Neue mikroskopische Untersuchungen über die feinere Textur der Retina beim Menschen, bei den Wirbelthieren, Cephalopoden und Insekten,

nebst

vorangeschickten Betrachtungen über die kugeligen Formelemente des Nervensystems.

Eine Abhandlung

von

PHIL. PACINI aus Pistoja.

Aus dem Italienischen übersezt und mit Anmerkungen versehen

von

Dr. H. F.



Nebst einer lithographirten Tafel.

Freiburg in Baden.
Druck und Verlag von Fr. Xav. Wangler.
1847.

(*Nuovi Annali delle Scienze naturali di Bologna*, *fasc. Luglio e Agosto 1845.*)

Vorrede des Uebersezers.

Es bedarf wohl kaum einer Entschuldigung, wenn man den deutschen Anatomen die Uebersezung einer neuern Arbeit von einem italienischen Gelehrten vorlegt, dessen Name unter seinen Fachgenossen einen so guten Klang hat, wie der Pacini's.

Da selbst in Süddeutschland die italienische Literatur nicht in den Buchhandel gelangt, sondern uns meist nur durch besondere Connexionen zu Gesicht kommt, so lag der Gedanke sehr nahe, dass es den deutschen Anatomen und vergleichenden Anatomen erwünscht sein müsste, eine Abhandlung in getreuer Uebersezung kennen zu lernen, auf welche schon Henle in Canstatt's Jahresbericht aufmerksam gemacht hat und worin mit solcher Sorgfalt die einschlagende deutsche Literatur be-

rücksichtigt ist, wie dies von Pacini gerühmt werden muss.

Füglich konnte es unterbleiben, Pacini's eigene Vorrede wiederzugeben, welche seinem Freunde Nic. Puccini gewidmet ist, auf dessen prächtiger Villa und mit dessen vorzüglichem Mikroskope (von Amici) er auch damals (1839) seine Untersuchungen über die jezt nach ihm benannten Pacinischen Körperchen angestellt hatte.

Möge diese Uebersezung eine so günstige Aufnahme finden, als es ernstlich in dem Wunsche des Uebersezers lag, den Sinn von Pacini's Worten möglichst scharf aufzufassen, dessen Arbeit einem grössern Leserkreise zugänglich zu machen und so dem gelehrten Verfasser, so wie dessen deutschen Fachgenossen aus gleicher Achtung einen schwachen Dienst zu erweisen.

Die Tafel wurde von Fr. Wagner's bekannter Künstlerhand getreu nach dem Originale ausgeführt.

Neue
mikroskopische Untersuchungen
über
die Retina

von

PHIL. PACINI.

Il n'y a de petit dans
la nature que les petits esprits.
Raspail.

Die Anzahl der Arbeiten, welche im Laufe von zehn oder zwölf Jahren in diesem Felde unternommen worden und die geringe Uebereinstimmung in den erlangten Resultaten über die feinere Textur der Retina zeigen zur Genüge, mit wie bedeutenden Schwierigkeiten derartige Untersuchungen verknüpft sind. Reiht man hieran noch die Namen der Anatomen, welche dieselben in der neuesten Zeit unternommen haben, wie Ehrenberg, Wagner, Langenbeck, Treviranus, Gottsche, Michaelis, Valentin, Remak, Henle, Pappenheim, Mandl, Hannover und viele andre, reiht man, wie gesagt, hieran die Namen dieser gründlichen Mikroskopisten, denen die Wissenschaft in lezter Zeit soviele und so höchst interessante Entdeckungen verdankt, so wird vielleicht der Versuch als allzu kühn erscheinen, mit ihnen in die Schranken zu treten. Aber wenn eine derartige Idee, die ja bei einem Jeden auftauchen kann, in den Vordergrund treten wollte, so würde nie ein anderer, der ihnen nicht gleich steht, sich an das gefährliche Unternehmen wagen, welches doch zum Theil wenigstens durch Zufall von irgend einem könnte ausgeführt werden, welcher es weniger von sich erwarten liess.

Ohne gleich von vorn herein nach dem Ziele auszugehen, welches ich mir später vorsteckte, hatte ich mir anfangs vorgenommen, das wirre

Chaos zu lichten, welches bezüglich der feinern Textur der Rindensubstanz des Gehirns noch herrscht; da ich nemlich früher bei lezterer öfters höchst einfache Beziehungen zwischen ihren Formelementen verkannt hatte, so hoffte ich mir die Beobachtung dadurch zu erleichtern, dass ich eben dieselben in der Retina untersuchte, weil, wie Fontana, delle Chiaje, Hannover und Mandl richtig bemerken, einige dem Gehirne zukommende Formelemente auch in der Retina auftreten. Während ich daher die Textur der leztern studirte, gelangte ich zu so unerwarteten Resultaten, dass ich nicht mehr anstand, mein erstes Vorhaben vorläufig bei Seite zu lassen und mich statt dessen mit der Erforschung der feinern Textur der Retina selbst zu befassen. Ich werde jedoch deshalb nicht versäumen, einige Beobachtungen hinzuzufügen, welche ich bei dieser Gelegenheit über die kugligen Formelemente des Nervensystems und insbesondere der Rindensubstanz des Gehirns machte, in der Hoffnung, den Interessen der Wissenschaft ebenfalls einen Dienst zu leisten, wenn es mir gelingt, die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf einen so wichtigen Gegenstand zu lenken. Andrerseits fühlte ich mich auch gedrungen, in einige Erklärungen über diesen Punkt einzugehen, um dadurch eine bessere Einleitung für das zu geben, was ich bezüglich der feinern Textur der Retina beobachtete, und deshalb schicke ich also folgende Betrachtungen voraus.

I. Kapitel.

Vorläufige Betrachtungen über die morphologischen kugelförmigen Bestandtheile des Nervensystems, und insbesondere der Rindensubstanz des Gehirns.

Im Gehirn und in der Retina, sowie in den peripherischen Ganglien finden sich ausser den gewöhnlichen Elementar-Nervenfasern noch verschiedene Arten kugeliger Formelemente, die sich durch ihre Eigenschaften und ihre Lage deutlich unterscheiden und welche ich im Allgemeinen auf folgende 4 Arten zurückführe. 1. *Granula nervosa* (*Fig. I. R.*), Henle's Granulationen der Grund-Substanz, — Mandl's graue amorphe Substanz. 2. *Nuclei nervosi* (*N*), vorzüglich von Ehrenberg beschrieben. 3. *Cellulae nervosae* (*C*), Valentin's Belegungskugeln, Mandl's graue Körperchen. 4. *Corpuscula gangliaria* (*G*), — Ganglienkörperchen Valentins und vieler anderer Autoren (1).*

(1) Um unnöthige Umschreibungen zu vermeiden, habe ich durch eine systematische Benennung einige dieser vier Arten von Formelementen vorläufig zu unterscheiden gesucht, und sie können sohin in die wissenschaftliche Sprache Eingang finden. Die beigefügte Synonymie und das Detail, in welches wir eingehen werden, mögen genügen, um die Beschreibung derjenigen Formelemente, von welchen wir hier nur die wichtigsten und allgemeinsten Charaktere erörtern werden, in den Werken der Mikrographen aufzufinden.

* Anmerkungen des Uebersetzers sind in [ ] eingeschlossen.

Diese 4 Arten von Formelementen haben, wie die citirte Abbildung zeigt, einen von den erstern bis zur letzten immer steigenden Durchmesser.

Aus zahlreichen und an verschiedenen Theilen des Nervensystems vorgenommenen Messungen erhielt ich folgende (1) Durchschnittszahlen: 1. *Granula nervosa* = 0,0008. 2. *Nuclei nervosi* = 0,0058. 3. *Cellulae nervosae* = 0,0121. 4. *Corpuscula gangliaria* = 0,0275.

Es können jedoch diese Messungen nicht für jeden einzelnen Fall Geltung behalten, da die zwei ersten Arten eine grössere Gleichmässigkeit in ihren Dimensionen behaupten, während die zwei letztern ausserordentlich wechseln, zwischen dem Doppelten und wieder nur der Hälfte der angegebenen Grössenzahlen. Es unterscheiden sich jedoch diese vier kugelartigen Gebilde nicht blos durch ihre Dimensionen, sondern auch durch ihr Verhalten gegen chemische Reagentien, sowie durch die Veränderungen, die sie durch den Fäulnissprozess erleiden. Die ersten zwei Arten erhalten sich nemlich fast unverändert oder werden deutlicher unter Einwirkung von Wasser oder verdünnten Mineralsäuren oder Essigsäure, so wie sie beim Fäulnissprozess auch ungleich mehr, als die zwei andern, der Auflösung widerstehen. Diese letztern eben lösen sich bei Einwirkung obiger Agentien auf oder verändern sich wenigstens mehr weniger schnell sehr bedeutend, während gewisse andere Formelemente, welche in ihre Zusammensezung eingehen, weniger verändert und sonach deutlicher werden. Um jedoch ihre charakteristischen Unter-

(1) Sämmtliche Messungen sind in Dezimaltheilen des Millimètre angegeben.

schiede und die Verhältnisse ihrer Zusammensezung besser zu übersehen, folgt eine gedrängte Uebersicht derselben.

Die *Granula nervosa* (*Fig. 1. R.*) sind, wie sie uns unsere jezigen Untersuchungsmittel erkennen liessen, äusserst feine und einfache Körperchen. Sie finden sich besonders in den mehr oberflächlichen Lagen der Rindensubstanz des grossen und kleinen Gehirns und an vielen andern Stellen, — in formlose Haufen gruppirt, welche mit dem plasma nervosum (Mandl's weisser amorpher Substanz) getränkt sind, oder sie zeigen sich zerstreut unter den andern fasrigen und kugligen Formelementen oder im Innern derselben; ferner werden wir sie noch in einem Theile der *Retina* nachweisen. Bezüglich ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften verhalten sie sich wie die sogenannten Nucleoli. —

Die *Nuclei nervosi* (*N*) haben wie der Name besagt, ihre Bezeichnung von den Zellenkernen, und zwar nicht allein wegen ihrer ziemlich constanten Dimension und ihres Verhaltens gegen Essigsäure, sondern auch weil sie gewöhnlich in ihrem Innern einen Nucleolus, Kernkörperchen* zeigen, der ganz das Ansehen und den Umfang der obenerwähnten Granula hat. Diese Nuclei nerv. unterscheiden sich von den folgenden Körperchen durch ihren dunkeln und scharfen Umriss, zumal wenn sie mit Wasser oder Essigsäure behandelt werden oder bei beginnender Fäulniss. In

---

[* oder Kernchen, wie Gerber, allgem. Anatomie pag. 18, 19 und Kölliker (Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik v. M. J. Schleiden und Karl Nägeli, 2. Heft p. 60.) den Nucleolus jezt nennen.]

diesen Zuständen bleibt ihr Umfang sich stets ganz gleich; nur zuweilen löst die Endosmose von ihrer Oberfläche ein äusserst feines Häutchen (Zellenrudiment) los, das unmessbar fein und so durchsichtig ist, dass es ohne die angestrengteste Aufmerksamkeit nicht erkannt wird. Diese *Nuclei* finden sich an sehr vielen Stellen der grauen Gehirnsubstanz, in der glandula pituitaria und pinealis, und bilden ferner eine der dicksten und distinktesten Lagen der Retina.

Die *Cellulae nervosae* (*C*), (Mandl's corpuscula grisea) sind sehr durchsichtig und eher wasserhell (chiare) als grau. Sie zeigen einen äusserst feinen Umriss und sind vollkommen kugelrund, wohl vermöge ihrer grossen Neigung zur Endosmose, indem das Wasser und die Essigsäure sie aufbläht und leztere sie dann auflöst. Genannte Reagentien lassen bei ihrer Einwirkung auf die kleinern *Cellulae nervosae* zuerst unendlich zarte Körnchen erscheinen, die gleichförmig auf deren innerer Wandung vertheilt, oder im Mittelpunkt oder einer andern Stelle sich angehäuft zeigen, während die grössern Cellulae einen Nucleus und oft im Centrum des leztern noch einen Nucleolus erkennen lassen. Nach diesen leztern Eigenschaften erhielten diese Körperchen die Bezeichnung Zellen mit dem durch den Namen eben gegebenen Inbegriff, dass sie die 2 vorhergehenden Gebilde (Nuclei und Nucleoli) umschliessen. Es darf dies jedoch nicht im strengsten Sinne des Wortes genommen werden bezüglich der generischen Beziehungen der Formelemente der zellenartigen Gebilde; denn es kommt oft genug vor, dass die zwei vorhergehenden Gebilde nicht vollkommen deutlich sind, während sie schon an der Bildung einer dieser Cellulae nervosae Theil nehmen. — Dergleichen Cellulae finden sich an vielen

Stellen der grauen Gehirnsubstanz, aber in viel geringerer Menge, als die Nuclei nervosi, und in der Retina bilden sie, wie später erörtert wird, eine völlig unterscheidbare Schichte.

Die *Corpuscula. gangliaria* endlich schliessen die vorhergehenden Gebilde concentrisch in sich, weshalb sie füglich die Bezeichnung einer grössern Zelle, die eine andere Zelle einschliesst, erhalten. Ueberdies bietet nun die grössere Zelle auf ihrer innern Wand noch Körnchen dar, welche gleichförmig daselbst zerstreut und an einer Stelle in deutlich geschiedene Häufchen gruppirt sind. Ich übergehe die nähere Erörterung dieses 4ten Gebildes, weil dasselbe, ob es sich gleich an sehr vielen Stellen des Gehirns und in den peripherischen Ganglien findet, doch in seiner wahren Grundform in der Retina nicht auftritt, wenn man nicht etwa diese Corpuscula gangliaria als eine höher entwickelte Abart der *Cellulae nervosae* ansehen will. Leztere Ansicht liesse sich jedoch rechtfertigen durch die Beobachtung, dass sich zuweilen Ganglienkörperchen von so geringem, und andererseits Nervenzellen von so hohem Entwicklungsgrade finden, dass man nicht weiss, ob man sie da oder dorthin rechnen soll, um so mehr als sich die concentrisch eingeschlossenen Gebilde, welche eben die wahren Ganglienkörperchen charakterisiren, nicht immer deutlich unterscheiden lassen.

Vorerst mache ich nun darauf aufmerksam, dass Mandl die normale Existenz dieser von mir als nuclei nervosi bezeichneten Körperchen, welche nach meiner Behauptung eine sehr deutliche Schichte der Retina bilden, läugnet. Zur bessern Verständigung über den fraglichen Punkt muss ich erinnern, dass ich von eben

jenen Formelementen der Nerven zu reden gedenke, welche Ehrenberg so ausführlich behandelte, indem er sie mit den Blutkörperchen oder ihren Kernen verglich und meinte, dass sie zur Ernährung der Nerven dienten (1). Indem nun Mandl die normale Existenz dieser Nuclei nervosi läugnet (2), behauptet er, es seien dieselben das Resultat der Gerinnung der grauen formlosen Substanz, die grossentheils aus Nervenkörnchen bestehe, einer Gerinnung, die nach seiner Meinung in Folge von Fäulniss oder von angewandten Reagentien oder endlich in Folge ihrer Entwicklung entstehe (3). Hierin liegt jedoch schon a priori ein Irrthum, indem ein Gebilde nicht auf indifferente Weise aus der Entwicklung, d. h. aus der organischen Entfaltung oder aus zufälligen Bedingungen hervorgehen kann. Ich glaube nun mit um so entschiedenerem Rechte gegen jene Behauptung auftreten zu dürfen, als ich mit aller Gewissheit es nachzuweisen vermochte, dass jene kernartigen Körperchen vollkommen getrennt normal vorhanden sind. Sie zeigen sich nämlich deutlich unterschieden nicht blos am Menschen nach dem Tode, sondern auch an den lebenden Thieren, indem ich mich augenscheinlich davon überzeugte bei lebenden Individuen aus allen Klassen der Wirbelthiere. Wie sich von selbst versteht, hatte ich dabei die grösste Vorsicht angewandt, so wie die grösst mögliche Schnelligkeit,

---

(1) S. Abhandlungen der königl. Akademie zu Berlin v. Jahr 1834 p. 605. —

(2) Er beschreibt sie unter den unbestimmten Bezeichnungen: Körner, Körnchen, Körperchen etc. S. Anatomie microscopique pap. 49 etc. Tab. 4. Fig. 14. a. — Anatomie générale pag. 144. Tab. 1. Fig. 18, b. —

(3) S. Anat. microscop. pag. 106.

wenn ich die jeweils zu beobachtenden Stoffe zwischen die Gläser des Mikroskops brachte, um, so gut es ging, den Zutritt der Luft abzuhalten, so wie jedes fluidum, so unschädlich es auch scheinen möchte. Ich hatte mich somit von dem regelmässigen Vorhandensein der *Nuclei nervosi* überzeugt, welche durch ihre Menge, sowie durch ihre Beziehungen eine höchst wichtige Rolle zu spielen vermögen.

Um indessen Mandl's irrige Behauptung zu beleuchten, verweise ich auf die nachfolgenden Beobachtungen, die ich öfters wiederholt habe und für welche ich die Aufmerksamkeit der Mikroskopisten in Anspruch nehmen zu dürfen glaube. Ich bin dessen gewiss, dass die Granula nervosa und die Nuclei nervosi eine ganz bestimmte und deutlich unterschiedene Lage in der Rindensubstanz des kleinen Gehirns behaupten. Die erstern nemlich bilden eine Schichte der körnigen Substanz, welche Schichte etwa die Dicke von $1/3$ Millimétre besitzt, in dem oberflächlichsten Theile der Lappen des kleinen Gehirns gelegen ist, (*Fig. 1. R. — Fig. 2. S, S.*) und somit in unmittelbarer Berührung mit der pia mater steht. Diese Schichte enthält keine Nuclei nervosi, sondern diese bilden ihrerseits eine andre, dickere und tiefer gelegene Schichte (*Fig. 1. N. — Fig. 2. C, C.*), welche vollkommen von der erstern bedeckt wird. Trennt man eine ganz dünne Portion der Rindensubstanz des kleinen Gehirns auf der äussern Oberfläche ab, ohne jedoch tiefer als $1/4$ Millimétre einzudringen, so kann man sehen, dass dieselbe ganz aus Nervenkörnchen oder Mandl's formloser körniger Substanz gebildet ist; mag man diese durch irgend ein Reagens, und auf irgend welche Weise zum Coaguliren zu bringen suchen, so verhält

sie sich eben niemals wie die Nervenkerne. Diese dagegen finden sich erst dann, wenn mit dem anatomischen Messer etwa über ½ Millimétre in die Tiefe gedrungen wurde. Hier also beginnen die *Nuclei nervosi* aufzutreten (*Fig. 1. N. — Fig. 2. C.*), ein bischen tiefer, gemengt mit ihnen, die *Cellulae nervosae* (*Fig. 1.* und *2. C*), und endlich an der Grenze zwischen der Rinden- und Marksubstanz, besonders aber im kleinen Gehirn, die *Corpuscula gangliaria* (*Fig. 1 G. — Fig. 2 C.*) Diese leztern Körperchen bilden vermöge ihrer eigenthümlichen Farbe eine dem blossen Auge gelblichroth erscheinende Schichte, welche nach den richtigen Beobachtungen Valentins in der Mitte liegt zwischen der grauen Substanz und der weissen, oder der Masse der weissen Nervenfasern. (*Fig 1.* und *2. B.*)

Die Rindensubstanz des grossen Gehirns bietet so ziemlich die gleiche Beschaffenheit dar, bezüglich der Ganglienkörperchen und der Nervenzellen, unterscheidet sich jedoch äusserst bestimmt von der des kleinen Gehirns in Bezug auf die Nervenkörnchen und Nervenkerne, welche hier mit einander gemengt sind, und nicht wie im kleinen Gehirn zwei verschiedene Schichten bilden; es herrschen übrigens an den oberflächlichsten Stellen der Rindensubstanz die Nervenkörnchen vor, während sich auch noch Nervenkerne finden, was beim kleinen Gehirne nicht der Fall ist (1). Dieser Unterschied zwischen der Rindensubstanz des grossen und des kleinen Gehirns erscheint

---

(1) Als ich eben im Begriffe stand, diese Abhandlung zu publiciren, erhielt ich die *Recherches microscopiques sur le Système nerveux, par A. Hannover. Copenhague 1844.* Ich las diese Abhandlung mit dem grössten Vergnügen, da ich dort Vieles fand, was

mir von um so höherer Bedeutung, als ich ihn in allen Klassen der Wirbelthiere nachzuweisen vermochte.

Was übrigens diese Beobachtungen bestätigt, und ihre Nachweisung sehr erleichtert, ist der Umstand, dass die von mir in der Rindensubstanz des kleinen Gehirns angegebene oberflächlichere Schichte schon mit blossem Auge sehr leicht zu unterscheiden ist. Führt man einen sorgfältigen senkrechten Schnitt auf der Oberfläche eines Lappens des kleinen Gehirns, so sieht man auf der Schnittfläche einen oberflächlichen (*Fig. 2. S.*) sehr zarten Theil, welchen eine verschiedene, weniger dunkle Farbe und eine Demarkationslinie von der tiefern Rindensubstanz scheidet. Nimmt man dann nur von der einen oder andern Seite dieser Demarkationslinie ein Fragment, so erkennt man leicht, dass die oberflächlichste Schichte ausschliesslich von Nervenkörnchen (*Fig. 2. S. Fig. 1. R.*) gebildet ist, während die tiefern Partieen aus Nerven-Kernen und Nerven-Zellen, so wie aus Ganglienkörperchen bestehen. (*Fig. 2. C. — Fig. 1. N. C. G.*) Diese oberflächliche Schichte lässt sich dann leicht trennen, wenn man das Fragment in Wasser setzt, und noch besser, wenn man dasselbe zuerst durch Alkohol oder verdünnte Salzsäure

---

meine Beobachtungen bestätigt; da ich jedoch nicht mehr Zeit fand, einige Beobachtungen Hannovers, die mit den meinigen nicht ganz zusammenstimmen, zu wiederholen, so war ich bemüht, im Folgenden wenigstens die Punkte, wo wir von einander abweichen, anzugeben, die Entscheidung darüber jedoch andern zu überlassen, andrerseits aber auch die Beobachtungen, die die meinigen bestätigen, anzuführen, in deren einer eben auch durch Hannover nachgewiesen wird, wie die Nuclei nervosi des kleinen Gehirns so viel reichlicher sind, als die des grossen. Uebrigens unterscheidet auch Hannover wenigstens drei verschiedene kuglige Gebilde, die er Cellulae cerebrales, Nuclei cellulares und Cellulae gangliares nennt.

coaguliren lässt. Nichts von all' dem beobachtet man in der Rindensubstanz des grossen Gehirns, wo die beiden erstern Formelemente sich gemischt vorfinden (1).

Indem ich mich nach diesen Betrachtungen wieder zu der irrigen Behauptung Mandl's wende, glaube ich,

---

(1) In Müller's Archiv für 1841 hat Bergmann Untersuchungen mitgetheilt, durch welche er die blättrige Struktur der weissen und grauen Gehirnsubstanz zu beweisen sucht. Ohne irgend Bergmann's Genauigkeit in der Erklärung seiner Untersuchungen und Beobachtungen in Abrede stellen zu wollen, muss ich doch bemerken, dass ich in der Rindensubstanz nichts auf natürliche Art trennbar fand, als die eigenthümliche Schichte, welche ich in dem oberflächlichsten Theile des kleinen Gehirns auffand, und welche sich von dem Zurückbleibenden nicht blos durch ihre Ablösbarkeit, sondern auch dadurch unterscheidet, dass sie von andern Formelementen, als die Nachbartheile, gebildet ist; dessenungeachtet ist sie weit entfernt, Bergmann's Ansichten über die elektrische Natur der Gehirn-Funktionen zu bekräftigen. Auch *Baillarger* hat im grossen und kleinen Gehirne Lamellen oder Schichtungen nachzuweisen gesucht, zumal in der Rindensubstanz. Allein ich glaube, dass diejenige Schichtung, welche ich in den oberflächlichen Partieen des kleinen Gehirns beobachtete, etwas ganz Verschiedenes sei von den Schichtungen, von welchen *Baillarger* spricht, indem die erstere eine natürlich trennbare ist, während die andern dies nicht sind, ohne dann noch das Sichausschliessen jener Formelemente in Anschlag zu bringen, welche, wie gezeigt wurde, die erstere zusammensezen. Uebrigens wurde das Vorhandensein von Schichtungen in der Rindensubstanz des Gehirns auch schon von andern Anatomen angegeben, ohne dass jedoch, nach meiner Meinung, einer derselben bis jezt den besondern Unterschied, welchen ich zwischen der Rindensubstanz des kleinen und des grossen Gehirns nachgewiesen, bemerkt hätte. Auch *Hannover* (im angef. Werke) spricht von Schichtungen, die von *Baillarger* im Gehirne beschrieben wurden, scheint jedoch die oberflächliche Schichte, welche ich vorzugsweise im kleinen Gehirne beschreibe, nicht gesehen zu haben. —

man könne sich dieselbe durch die Voraussezung erklären, dass dieser die Rindensubstanz des kleinen Gehirns im Zusammenhang in verschiedenen Zeiträumen oder unter verschiedenen Verhältnissen untersucht, und in einer nach der Fäulniss eintretenden Epoche oder unter andern Umständen, wieder andern verändernden Ursachen das zugeschrieben habe, was in Wirklichkeit nichts als eine verschiedene, aber normale Beschaffenheit zweier verschiedener Schichten der Rindensubstanz des kleinen Gehirns selbst ist. Uebrigens sind wirklich die Nuclei nervosi um so deutlicher (weil weniger durchsichtig), je mehr Zeit verstrichen ist seit dem Tode des Thieres, wo dann der Zustand der eintretenden Fäulniss ebenso wie die Einwirkung des Wassers oder der Essigsäure oder andrer Reagentien, sie deutlicher hervortreten und gleichsam dunkler werden lassen; allein man darf deshalb nicht glauben, dass dies von der Gerinnung ihrer Substanz abhänge, oder von einer besondern Materie, welche während der Gerinnung sich in dieser Weise gestalte, wie dies Mandl behauptete. Das deutlichere Hervortreten der Nuclei nervosi unter solchen Umständen ist leicht einzusehen; es hängt ab von einer stärkern Brechung oder Beugung (refrazione o diffrazione), die sie auf das durch sie hindurch- oder neben ihnen vorbeigehende Licht ausüben, vermöge der geringen Dichtigkeit, welche das umgebende Blastema bei der Vermischung mit Wasser oder Essigsäure etc. annimmt, oder vermöge der beginnenden fauligten Zersezung des Blastema selbst; denn sie, die Nuclei nervosi, widerstehen, wie die andern kernartigen Gebilde, den Zersezungsprozessen länger. Uebrigens sind diese Nuclei nervosi innerhalb des Ringes (area), den ihr Umriss, wenn er dunkel geworden,

beschreibt, durchsichtig wie zuvor, nach welcher Seite sie sich auch drehen mögen, woraus deutlich hervorgeht, dass ihre Substanz nicht coagulirt ist, dass die Dunkelheit ihres Umrisses vielmehr durch die Beugung oder Brechung des Lichtes bedingt ist. Wohl treten ähnliche Veränderungen, wie die im Blastema vorkommenden, auch in ihrem Innern auf, deshalb zeigt sich denn gewöhnlich in ihrem Mittelpunkte ein Nucleolus. — Ich halte es demnach für überflüssig, gegen die Behauptung Mandl's noch andre Beweise hervorzubringen, indem die bisher erwähnten zureichen.

Nur das regelmässige Vorhandensein dieser Nuclei nervosi glaubte ich vorher feststellen zu müssen, weil sie, wie erwähnt, eine der dicksten Schichten der Retina, mit welcher sich die folgenden Blätter beschäftigen, ausmachen, und halte es ferner für passend bei dieser Gelegenheit eine Vermuthung hinzuzufügen, in Betreff der Beziehungen dieser und der andern besprochenen Formelemente zu den Nervenfasern.

Schon Valentin und Purkinje haben an den Ganglienkörperchen Fortsäze (*Fig. 1. P.*) entdeckt; welche gleichsam als Commissuren zwischen den verschiedenen Körperchen dieser Art betrachtet werden können, jedoch glaube ich, dass man sie nicht unpassend auch für den Ursprung gewisser Nervenfasern ansprechen könnte, derjenigen zum Beispiel, welche Mandl graue Fasern oder Fasern mit einfacher Contour nennt, da jene Fortsäze und diese Fasern vor dem Mikroskope ganz gleich zu sein scheinen. Andrerseits habe ich noch einfachere Gebilde beobachtet, wie z. B. die Nervenzellen, welche am Ende der grauen Nervenfasern (*Fig. 9. c. i. n.*) hängen, wie bei der

Retina der verschiedenen Thiere gezeigt werden soll. Auch *Hannover* (im angef. Werke) hat gesehen, wie Nervenfasern ihren Ursprung nicht allein aus Ganglienkörperchen (Ganglienzellen), sondern auch von Nervenzellen (Gehirnzellen) nehmen. Bezüglich der Nervenkerne (Nuclei nervosi) ist es, wegen ihrer ausserordentlich grossen Anzahl und engen Zusammendrängung schwer zu bestimmen, ob sie mit den Nervenfasern zusammenhängen; nur das habe ich vielmal getroffen, dass an ganz feine graue Fasern mittelst sehr kurzer Stielchen viele Nervenkerne äusserst regelmässig angeheftet waren. Zumal in der glandula pinealis habe ich diese Anordnung mit grösserer Leichtigkeit beobachtet, wo ich äusserst zahlreiche graue Nervenfasern antraf, von denen die grössten einen Durchmesser von 0,0025 hatten. Diese Fasern zeigten beiderseits ganz kurze Stielchen von etwa ¼ ihres Durchmessers, welche sich auf der einen und andern Seite entsprachen, indem sie paarweise äusserst regelmässig angesezt waren. Der Zwischenraum zwischen je zwei Paaren betrug 0,0159. Die Richtung dieser Stielchen war nicht überall dieselbe, gewöhnlich jedoch bildeten sie mit der Hauptfaser ihrerseits einen spizen Winkel. An jedem der Stielchen sah man zuweilen angeheftet gebliebene Nervenkerne. Ich glaube, dass eben diese Stielchen, mittelst welcher die nuclei nervosi an die grauen Nervenfasern angeheftet werden, keine andre Bedeutung haben, als die einer Theilung oder Verästlung dieser Fasern, da leztere sich in der Rindensubstanz des Gehirns wirklich theilen.

Was endlich die Nervenkörnchen (granula nervosa) betrifft, so vermochte ich nicht zu entscheiden, ob sie nach Art mancher Conferven, rosenkranzförmig

in verwickelten Reihen angehäuft, oder ob sie ähnlich wie die oben erwähnten Körperchen an äusserst zarte Nervenfasern geheftet sind, deren sich obgleich von unmessbarer Feinheit zwischen den Nervenkörnchen einige finden.

Die Vermuthungen, welche ich bezüglich dieser letztern Punkte vorausschicken zu müssen glaubte, sprechen hinlänglich für die grosse Schwierigkeit derartiger Beobachtungen; weshalb ich, ohne für sie jezt schon einen Werth anzusprechen, mich mit dem Gedanken begnüge, dass sie neue und gründlichere Untersuchungen von Seiten geübterer Mikroskopisten dereinst hervorzurufen vermöchten.

II. Kapitel.

Neue mikroskopische Untersuchungen über die feinste Textur der Retina.

Es wäre schwierig, sich einen genauen Begriff von der feinsten Textur der Retina zu machen, wenn

---

Ein kurzer Auszug dieser Abhandlung wurde von mir der zoologischen und vergleichend-anatomischen Sektion des wissenschaftlichen Congresses zu Mailand vorgelegt. Bei dieser Gelegenheit glaubte Prof. *Patellani* den Einwurf machen zu können, dass die Retina der Pferde nicht den oben von mir angegebenen Typus der Textur zeige. Obgleich ich annehmen konnte, dass dieser Typus, welcher sich bei verschiedenen Arten der vier oder fünf [*sic!*] Wirbelthierklassen wiederfindet, auch den Solipeden [!] eigen sein werde, so unternahm ich denn doch noch, um dem Einwurfe des Prof. *Patellani* entschieden zu begegnen, auch Untersuchungen über die Retina dieser Thiere, welche sich am gehörigen Orte in dieser Abhandlung auseinandergesezt finden.

man nur das menschliche Auge dazu wählte, und zwar deshalb, weil sie sich so schnell verändert, dass sie schon wenig Stunden nach dem Tode nicht mehr brauchbar ist. Ich habe dies wenigstens in Pisa in dem heissen Julimonat 1844, sowie die darauf folgenden Monate in Pistoja beobachtet; in der kalten Jahreszeit jedoch lässt sich in den meisten Fällen die menschliche Retina noch 24 Stunden nach dem Tode aufbewahren. Uebrigens ist bemerkenswerth, dass die ersten in der Retina vorgehenden Veränderungen sich mehr auf die Grenzen der verschiedenen Schichten, woraus sie zusammengesezt ist, erstrecken, als auf ihre Formelemente; wenn man daher nur einmal an Thieren eine genaue Kenntniss von diesen verschiedenen Schichten sich erworben hat, so lässt sich leicht dieselbe Textur auch an der menschlichen Retina erkennen, wie sehr die Grenzen dieser Schichten auch unbestimmt und verworren sein mögen. Man darf gerade nicht glauben, dass die Retina der Thiere zu sehr von der des Menschen abweiche, da ich nach so zahlreichen Beobachtungen versichern kann und behaupte, dass die feinste Textur der Retina in ihren Grundzügen bei allen Klassen der Wirbelthiere dieselbe, d. h. dass sie insofern nach einem und demselben Typus construirt sei, als sie aus der gleichen Anzahl von Schichten besteht, welche in gleicher Ordnung übereinander liegen und aus gleicher Art von Formelementen gebildet sind.

Um indessen meinen nun folgenden Erörterungen die gebührende Bestätigung zu verschaffen, muss ich einige Anweisungen vorausschicken bezüglich der Art und Weise, wie ich bei meinen Beobachtungen verfuhr. Vor Allem ist durchaus nothwendig, die Retina an einem Rande zu untersuchen, welchen man in der Art umge-

schlagen hat, dass er von der concaven, dem Glaskörper gegenüberliegenden Oberfläche der Retina selbst gebildet wird. Das Umklappen der Retina in dieser Weise ist übrigens um so schwerer, als ein isolirtes Fragment einer frischen Retina sich von selbst gerade nach der entgegengesezten Richtung umzuschlagen sucht, wornach dann die in solcher Art umgeklappten Ränder ihrer convexen Seite entsprechen, und auf ihrer Oberfläche die Elemente der *Jakob*'schen Membran darbieten. Ich glaube, dass unter den leztern Verhältnissen der grösste Theil der neuern Arbeiten über diese ganz eigenthümliche Membran unternommen wurde, wobei man, da sie unter eben diesen gewöhnlichen Umständen leichter zu beobachten ist, es ein wenig zu sehr vernachlässigte, auch den Rest der Retina, während sie auf erwähnte (umgekehrte) Weise umgeschlagen ist, zu untersuchen. Man darf jedoch nur den Grund dieses von selbst erfolgenden Umlegens kennen, um ihm leicht zuvorzukommen. Ich habe gefunden, dass es bedingt ist durch die Berührung zwischen der *Jakob*'schen Membran einerseits, und andrerseits der Glasfeuchtigkeit, welche bei Eröffnung des Auges leicht abfliesst, oder einer beliebigen andern hiebei angewandten wässrigen Flüssigkeit, indem diese Membran sich leicht mit wässrigen Theilen tränkt, anschwillt und so die Retina zum Umschlagen nach ihrer concaven Seite veranlasst. In diesem Falle hält es dann immer sehr schwer, sie wieder nach entgegengesezter Seite umzuklappen, und gelangt man auch zum Ziele, so ist sie merklich verändert. Diesem Uebelstande kann man nun leicht abhelfen, wenn man ein Stück der Retina zugleich mit einer entsprechenden Portion des Glaskörpers lostrennt, wobei lezterer dann die Retina an ihrer

spontanen Faltung gegen ihre concave Fläche hin verhindert; ja es ist selbst in vielen Fällen geradezu nothwendig, dass sie mit dem entsprechenden Theile des Glaskörpers selbst in Verbindung bleibe, da an gewissen Stellen des Auges, wie ich nachweisen werde, der Glaskörper mittelbar mit der Retina zusammenhängt; trennt man sie von einander, so entfernt man auch die erste oder innerste der Schichten der Retina, und kann dadurch zur Annahme verleitet werden, dass dieselbe gar nicht existire, wie sie denn wirklich auch von einigen Mikrographen übersehen wurde.

Zweitens ist es nothwendig, zum Voraus bestimmt zu haben, nach welcher Richtung sich die Retina gefaltet hat, nicht sowohl um die Richtung ihrer Nervenfasern zu ermessen, als wegen der Deutung der verschiedenen mikroskopischen Erscheinungen, welche diese Fasern darbieten können. Sind sie nämlich parallel oder schief gegen den umgeschlagenen Rand gerichtet, so werden sie sich unter der Form von, diesem Rande parallel gehenden Streifen oder als schiefe und gekreuzte Streifen darstellen, während, wenn sie senkrecht sind, sie unter der Gestalt der feinsten Punkte erscheinen. Was die Grenzen der Dicke der Retina anbelangt, so zeigt der umgeschlagene Rand eine derselben ganz deutlich; die andere Grenze dann wird, da sie an die choroidea stosst, durch diese genau bezeichnet; nur dadurch, dass diese leztere Membran sich leicht ablöst, bleibt es dann oft schwer, bei den ersten Beobachtungen jene zu erkennen. Daher möchte ich anrathen, die ersten Untersuchungen an der Retina der Vögel vorzunehmen, bei welchen auf der äussern oder convexen Fläche der Retina beständig röthlich oder gelblich gefärbte Kügelchen hängen bleiben, und somit diese Grenze voll-

kommen bezeichnen. Sonst ist es nicht nöthig, für den einigermassen in mikroskopischen Untersuchungen Geübten noch weitere Massregeln vorzuschreiben, wie z. B. das Befeuchten des Objectes mit Glasfeuchtigkeit von demselben Auge u. s. f., da die nöthige Verfahrungsweise im Uebrigen bei den betreffenden Beobachtungen gelegenheitlich angegeben werden wird.

Das muss ich aber dringend empfehlen, die Retina zwischen zwei Glasplättchen so zu untersuchen, dass man sie einer nur ganz allmälig zu steigernden Pressung unterwirft, indem, wenn der Druck nicht hinreichend ist, manche Theile nicht zu gleicher Zeit im Focus des Mikroskops erscheinen können, oder nicht hinreichend Licht durchlassen oder durch dieses verschiedenartige Täuschungen werden bedingt werden; ist dagegen der Druck zu stark, so wird natürlich die Retina zerstört, weshalb dieser Druck, während das Auge in das Mikroskop sieht, geübt und zur rechten Zeit sistirt werden muss (1).

---

(1) Bei einer andern Gelegenheit werde ich die Beschreibung eines neuen *Compressoriums* veröffentlichen, welches erst kürzlich von mir ausgedacht und von einem geschickten Künstler zu *Pistoja* ausgeführt wurde. Dieses Compressorium hat vor dem Purkinje'schen und Savi'schen, ausser einer grössern Leichtigkeit es zu handhaben, den bedeutenden Vortheil, dass man das mikroskopische Object in derselben Zeit, als man es beobachtet, mit mechanischen Mitteln und chemischen Reagentien behandeln, so wie dass man leicht den elektrischen Strom auf dasselbe anwenden kann. Um einen Begriff von den durch dieses Compressorium gebotenen Vortheilen zu geben, will ich nur erwähnen, dass es mir bei den lezten mit eben diesem Instrumente angestellten Beobachtungen gelang, auf diese Weise alle alsbald von der Retina zu beschreibenden Theile mit solcher Klarheit und Genauigkeit zu sehen, wie mir im Verlaufe von frühern dreimonatlichen Untersuchungen nie geglückt

Die innere oder concave Fläche der Retina ist mit einer ihr eigenen Haut und einer Ausbreitung von Blutgefässen bedeckt. Weil diese zwei Theile nicht zur Retina selbst gehören, und auf keine Weise an ihrer Substanz etwas bilden helfen, so müssen wir sie besonders betrachten.

Die Membran, von der ich eben spreche, habe ich Grenz-Membran (*Membrana limitante*) genannt, weil sie die innere Grenze der Retina, deren concave Fläche ganz damit überzogen ist, bezeichnet. Diese Membran lässt sich, wenn man sie an dem umgeschlagenen Rande der Retina (*Fig.* 3, 4, 5, 6, 7, 12. *L.*) betrachtet, schwer von eben diesem Rande der umgeschlagenen Retina unterscheiden; sezt man jedoch während der Beobachtung etwas Wasser zu, so wird diese Membran durch Endosmose davon durchdrungen, und lösst sich dann von der Retina ab (*Fig.* 4. *L.*), mit der sie in unmittelbarer Berührung gestanden war. Die Grenzmembran ist vollkommen durchsichtig, und deshalb scheint ihre Textur homogen, jedoch einigemal wenigstens habe ich durch Einwirkung von Essigsäure ein äusserst zartes Epithelium auf ihrer concaven Seite erscheinen sehen, welches von winzigen Pflasterzellen mit sehr durchsichtigen Kernen gebildet, und deshalb äusserst schwer zu erkennen ist. Die Dicke

---

war, und zwar blos deshalb, weil sich der Druck mittelst dieses Instruments so unmerklich steigern lässt. Bei gleicher Gelegenheit werde ich auch ein neues schiefes und senkrechtes Mikroskop (*Microscopio obliquo e verticale*)? beschreiben, versehen mit festem Objectträger und sich drehender Scheibe (*a disco girante*), welche Construction ich erfand, um dies Mikroskop zu anatomischen Untersuchungen geeigneter zu machen und eine lange Reihe von Beobachtungen weniger ermüdend werden zu lassen.

dieser Membran betrug nur 0,0010. Den Ciliarfortsätzen gegenüber bildet sie eine sehr tiefe Umbeugung (*ripiegatura*) (*Fig. 7, 12. I.*), durch welche sie in grossem Umfange dem Ciliarkreise oder dessen Umgebung anhängt; diese Umbeugung ist es auch, welche verhindert, dass die Nervenfasern der ersten Schichte der Retina sich über den Ciliarkreis hinaus verlängern, wie von Einigen angenommen wurde. Jenseits dieser Umbeugung dehnt sich die Grenzmembran auf die Ciliarfortsäze aus (*Fig. 7, 12. R.*). Die äussere convexe oder der Retina zugekehrte Fläche dieser Membran berührt dermassen die Nervenfasern der ersten Schichte, dass, sobald sie sich durch Endosmose ablöst, sie den zartesten Abdruck dieser Fasern darbietet; einigemal jedoch habe ich gesehen, dass Nervenfasern der ersten Schichte an ihr hängen geblieben waren, wie dies zu geschehen pflegt, sobald sich die Membran direkt von der Retina lostrennt. Die innere oder concave Fläche der Grenzmembran, welche dem Glaskörper gegenüberliegt, stösst im hintern Segmente der Augenkugel einfach an die membrana hyaloidea, und vielleicht sind diese zwei Membranen durch einen kleinen Zwischenraum von einander getrennt; im vordern Segmente des Auges jedoch hängen dieselben wenigstens an verschiedenen Stellen mit einander zusammen (1).

---

(1) Das Anhängen der hyaloidea an die Grenzmembran, und dieser an die Nervenausbreitung der ersten Retinaschichte hat zur Folge, dass, wenn der Glaskörper sich ablöst, sich auch, wenigstens in der vordern Hälfte der Augenkugel, die erste Schichte der Nervenfasern abtrennt. In diesem Falle könnte es scheinen, als ob die erste Schichte von durchsichtigen Kügelchen oder Bläschen gebildet würde, welche jedoch der zweiten Schichte, die unverrückt bleibt, angehören. Ich glaube, dass aus diesem Grunde

Zwischen der Grenzmembran und der membrana hyaloidea liegt die Ausbreitung der Blutgefässe (*Fig. 3, 4, 5. V.*) Da diese hinlänglich bekannt sind, so brauche ich blos hinzuzufügen, dass diese Gefässe nicht nur nicht in die Dicke der Retina eingehen, sondern dass sie sogar von ihr durch die Grenzmembran getrennt sind, wie dies *Fig. 4. V.* deutlich zeigt. Die Retina hat daher keine eigenen Blutgefässe, woraus hervorgeht, dass die Ernährungsstoffe zu ihr gelangen, nachdem sie die Grenzmembran durchwandert haben, wenigstens von Seite der Choroidea erhält sie keine solche. Diese Gefässe bilden an ihrem Ende Maschen von Haargefässen, die, wie ungefähr im Gehirn, langgezogen, aber bei weitem weniger gedrängt sind. Der Durchmesser des Calibers dieser Gefässe ist nie kleiner als der der Blutkügelchen, welche beim Menschen einen Diameter von 0,0074 haben; deshalb sieht man in den Gefässen von diesem Caliber, welche vorzugsweise die Endmaschen bilden, die Blutkügelchen regelmässig eines hinter dem andern angereiht. Die Dicke der Wände dieser Gefässe dazugerechnet, mag ihr Totaldurchmesser gleich sein dem Doppelten ihres Calibers in den Endmaschen. Das muss ich noch bemerken, dass diese Gefässe von eigenen Nervenfasern begleitet zu sein scheinen, welche man als zu den Ernährungsprozessen bestimmt betrachten dürfte; wenigstens sind an beiden Seiten der äussern Wand dieser Gefässe Fasern zu erblicken, die nicht mit jenen elastischen Fasern der grössern Gefässe verwechselt werden können.

---

einige Mikrographen die wahre erste Schichte der Retina nicht gesehen haben und deshalb, wie wir finden werden, als erste oder innerste Schichte derselben jene Anhäufung von Körperchen beschrieben haben, welche als zweite Schichte dargestellt werden soll.

Betrachtet man die Retina an dem umgeschlagenen Rande, wie oben angegeben wurde, und in der Weise, dass die Dicke dieses Randes in den Focus des Mikroskops gestellt ist, so erscheint sie so, wie es die Figuren 6 und 7 zeigen (1), in welchen die Gesammtheit der geschichteten Theile der ganzen Dicke der Retina entspricht. Diese Dicke ist nach innen begrenzt von der Grenzmembran *L*, nach aussen durch das Pigment *P*, oder auch von röthlich oder gelblich gefärbten Körperchen bei den Vögeln, indem jene immer an der äussern Fläche der Retina hängen bleiben und besonders am Grunde der sich bildenden Falte sich anhäufen. Untersucht man die Retina in dieser Lage aufmerksam, so erscheint sie aus fünf Schichten gebildet. Die erste Schichte bilden sehr feine Nervenfasern, ähnlich jenen feinsten in der weissen Gehirnsubstanz, welche ungeachtet ihrer Zartheit doch offenbar dieselben sind, die Mandl weisse Fasern nennt. Die zweite Schichte besteht aus Nervenzellen, oder Mandl's grauen Körperchen; die dritte ist von Fasern gebildet, welche die Charaktere der von Mandl unter dem Namen »graue Fasern« unterschiedenen besizen; die vierte von kernartigen Körperchen, oder Nerven-

---

(1) So oft ich im Folgenden die eine oder andere dieser Figuren citire, oder die 7te allein, so möge man zugleich auch einen Blick auf die 12te werfen, welche eine schematische Figur und so gezeichnet ist, dass wir uns hier in Gedanken die Anlage und die Beziehungen der Formelemente der Retina gegen einander, vermöge der Deutung der Erscheinungen, die sie unter dem Mikroskop darbietet, vergegenwärtigen können. Ich habe deshalb auch in diesen 3 Figuren die gleichen Bezeichnungen gewählt; nur entspricht die schematische Figur 12 vorzugsweise der Figur 7., indem beide eine nach den Meridianen (*nel senso dei meridiani*) der Augenkugel gerichtete Falte an der Peripherie der Retina darstellen.

kernen, wie sie Ehrenberg beschreibt, und deren Vorhandensein im normalen Zustande Mandl mit Unrecht in Abrede stellt. Die fünfte Schichte endlich besteht aus Stäbchen und aus Zapfen, (Kegeln, coni) die die Jakob'sche Membran constituiren. Diese fünf Schichten unterscheiden sich demnach von einander durch die Verschiedenheit der sie bildenden Formelemente, aber überdies noch durch ziemlich auffallende Begrenzungslinien, und ferner die eine durch eine besondere Farbe. Wir beginnen sofort mit der Betrachtung der fünf Schichten im Einzelnen (1).

---

(1) Damit man sich vom Folgenden leichter überzeugen könne, will ich hier noch einige praktische Anweisungen beifügen. Wenn die Retina nicht sehr frisch ist, so verfliessen die 1ste, 2te und 3te Schichte leicht in einander aus Mangel der hinreichenden Abgrenzung derselben, doch erkennt man die 3te Schichte leicht an ihrer besondern Farbe. Die 4te macht sich deutlich kennbar durch ihre auffallenden *Nuclei*, während die 5te ihre Formelemente, welche oft ganz zerstört sind, sehr wenig wahrnehmen lässt.

Ist dagegen die Retina ganz frisch, so sind die Formelemente der 1sten und 4ten Schichte so durchsichtig, dass sie fast unsichtbar werden. Da indessen die Formelemente der andern Schichten ganz leicht wahrnehmbar sind, so erscheinen die Begrenzungslinien aller Schichten so deutlich, dass sie zu ihrer Unterscheidung nichts zu wünschen übrig lassen; nur bei allzugrosser Frische der Retina geschieht es, dass sie sich faltet und die Formelemente der 3ten und 4ten Schichte sich so genau im nämlichen Niveau ablösen (si distaccano cosi nettamente sopra un medesimo livello), dass sie das Ansehen von mehren secundären Schichtungen darbieten, wodurch jene eigentlichen, oder wahren normalen Schichten verkannt werden können.

Die 4 ersten Schichten sieht man sehr deutlich in einem Stücke frischer Retina, das man etwa eine Viertelstunde in Wasser gelegt hat; aber für's erste ist es in diesem Falle äusserst schwer, die Retina auf die oben vorgeschlagene Weise umzubiegen und es lösen sich bei diesem Manöver gewöhnlich die Grenzmembran und mit

Erste Schichte. Die Ausbreitung der weissen Fasern des nervus opticus, welche die erste oder innerste der Retinaschichten bildet, wenn die Retina vollkommen frisch und gar nicht einmal mit den Feuchtigkeiten des Auges in unmittelbare Berührung gekommen ist — diese Ausbreitung, sagte ich, ist gleichsam völlig unsichtbar, weil die sie zusammensezenden Nervenfasern dermassen genau an einander gefügt sind, dass sie eine dem Ansehen nach homogene und völlig durchsichtige Fläche bilden (1).

---

dieser die erste, oder die ersten zwei Schichten ab. Wenn es jedoch mit vieler Vorsicht gelingt, die Retina ordentlich umzulegen, so erkennt man deutlich die Fasern der ersten und die Zellen der zweiten Schichte. Was die dritte Schichte betrifft, so verschwindet ganz das Ansehen ihrer Fasern, und sie erscheint statt dessen homogen und körnig, unterscheidet sich übrigens vollkommen von der andern durch ihre charakteristische Farbe, und durch scharf bezeichnete Grenzen. Die vierte Schichte zeigt deutlich ihre *Nuclei*, in welchen bei Anwendung von Essigsäure noch ein *Nucleolus* erscheint. Die fünfte endlich unterscheidet sich nur noch durch die Grenze der 4ten und durch die Pigmentkörperchen, welche sie von der andern Seite begrenzen, während die sie bildenden Stäbchen und Zapfen vollkommen verschwinden.

Hieraus wird man abnehmen, dass es nicht sehr leicht ist, die fünf Schichten gleichzeitig und an einem und demselben Stücke zu sehen, weshalb man sich denn auch erst nach vielen und wiederholten Beobachtungen die Ueberzeugung von der Gegenwart fünf verschiedener Schichten verschaffen kann, deren jede von besondern Formelementen gebildet ist. Die Verschiedenheit dieser Elemente lässt mich eine besondere normale, zwischen der vierten und fünften Schichte gelegenen Ablagerung (Stratificazione) annehmen, welche ich wegen ihrer Zusammensezung aus kugligen Elementen besser als Bestandtheil der vierten Schichte betrachten zu müssen glaubte, obschon die kugligen Elemente lezterer etwas davon abweichen.

(1) Bei den Kaninchen behalten die Nervenfasern dieser Schichte in einer gewissen Ausdehnung die geflechtartige Anordnung bei,

Die Einwirkung des Wassers ist es vorzüglich, welche mehr weniger deutlich die Nervenfasern erscheinen lässt, die ein paar Stunden nach dem Tode von selbst schon sich bemerkbar machen, wenn die nach dem Tode eintretende oder zufällige Endosmose sie ein wenig auseinander gerückt hat. Um diese Fasern in der auf oben beschriebene Weise umgeschlagenen Retina leicht zu erkennen, muss man die Oberfläche des obern Randes der Falte in den Focus des Mikroskopes bringen, auf welcher man dann die Fasern sich mehr weniger schief gegen den Saum der Falte selbst wird hinziehen sehen (*Fig. 3, 4. A.*). Stellt man allmälig den Focus des Mikroskops tiefer, so verlieren sich nach und nach die Fasern aus dem Gesichte in der Richtung gegen den umgeschlagenen Rand hin, wo sie sich auf eine Schichte von gekreuzten Linien (*Fig. 6. A.*) oder von Punkten (*Fig. 7. A.*), je nach ihrer Richtung, reduciren, während man unterdessen die andern Schichten der

---

welche sie im nervus opticus haben, weshalb diese Schichte in einem grossen Theile der Retina dem blosen Auge schon deutlich sichtbar ist durch ihre Undurchsichtigkeit und weisse Farbe, und zwar in Gestalt einer äusserst schönen vom Centrum ausgehenden Radien-Ausstrahlung, wie Fontana sie abgebildet hat. Diese Verschiedenheit hängt einfach von der eigenthümlichen Anordnung der Nervenfasern ab. Es erscheinen nämlich in diesem Theil der Retina der Kaninchen die Fasern unter dem Mikroskop unter einander verwickelt, wie die Nervenbündel in den Geflechten; somit können sie im grössten Theile ihrer Ausbreitung nicht völlig aneinanderstossen und es erscheint deshalb ihre Gesammtheit dem blosen Auge undurchsichtig und sichtbar. An der Retina der andern Thiere dagegen, sowie an den übrigen Stellen der Retina an den Kaninchen selbst sind die Fasern unter sich ganz parallel und berähren sich vollkommen, deswegen wird ihre Gesammtheit durchsichtig und nur unter dem Mikroskope sichtbar.

Retina selbst in der Art, wie die citirten Figuren sie angeben, zu sehen bekömmt. Rückt man den Focus immer weiter herab, so verschwinden die Schichten, und wenn die Retina Durchsichtigkeit genug besizt, so sieht man durch ihre gleichsam doppelte Dicke hindurch (a traverso la quasi doppia spessezza di essa) die obenerwähnten Fasern oder vielmehr deren Fortsezung am untern Rande der umgeschlagenen Retina (*Fig.* 5. *A.*) wieder erscheinen, aber sie haben, wie natürlich, an diesem zweiten Rande eine Richtung, welche der am obern Rande erkennbaren diagonal entgegengesezt ist.

Die eigentliche Lage und die Beziehungen dieser ersten Schichte lassen sich nur ermessen, wenn man dieselbe am Rande der Falte (sulla linea della piegatura) beobachtet, wie sie die *Fig.* 6. und 7. bei *A.* darstelsen, weil sie vom Centrum aus (sull' area) betrachtet, nicht leicht von den unterliegenden Schichten unterschieden werden können. Die erste Schichte zeigt in der Faltungslinie ein verschiedenes Ansehen je nach der Richtung der Fasern, und auch je nach ihrer Dicke. Wenn die Faltung mit der Richtung der Fasern dieser Schichte parallel geht, so sind die Grenzen ihrer Dicke nicht sehr distinct, und die Grenzmembran, von welcher sie bedeckt ist, wird leicht mit den linienförmigen Bildern der Nervenfasern verwechselt. Ist dagegen die Faltung schief oder bildet sie mit der Richtung jener Fasern einen rechten Winkel, so unterscheidet sich diese Schichte sehr leicht von den benachbarten Theilen, weil sie sich im erstern Falle unter der Gestalt äusserst feiner, diagonal gegeneinander gekreuzter Linien (*Fig.* 6. *A.*) darstellt, während sie im zweiten unter der Form sehr feiner Punkte

auftritt, welche unmittelbar unter der Grenzmembran liegen und in einer oder mehrern unbestimmten Reihen (*Fig. 7. A.*) geordnet sind je nach der Dicke dieser Schichte.

Diese Dicke wechselt ausserordentlich insofern, als sie sich allmälig vom Centrum gegen die Peripherie der Retina vermindert; deshalb ist die erste Schichte im vordern Segmente des Auges nur noch sehr dünn, so dass sie nicht immer leicht erkannt wird. An einem Punkte des hintern Augensegmentes, in der Nähe des Aequators der Augenkugel zeigte die erste Schichte beim Menschen und Pferde eine Dicke von 0,0100, beim Kaninchen 0,0067, bei der Taube 0,0196, beim Hahne 0,0172; da jedoch diese Schichte, wie gesagt, sich vom Centrum nach der Peripherie zu verjüngt, so fand ich sie am Aequator der Augenkugel beim Hahne = 0,0026, während dieselbe jenseits im vordern Segmente so zart wird, dass sie im Umfang der Retina 'gleichsam auf den Durchmesser der Primitivfasern reduzirt ist.

Die Primitivfasern der ersten Schichte gehören zu den feinsten unter den weissen Fasern des Nervensystems. Ihr Durchmesser kann, vermöge ihrer Kleinheit, bei den verschiedenen Species keine merklichen Unterschiede darbieten, und ich darf somit als Durchschnittszahl aus zahlreichen Messungen an mehreren Species und namentlich am Menschen denselben = 0,0015 angeben. Diese Fasern sind meist sämmtlich unter einander parallel und in dichter Masse angelagert, beim Pferde jedoch habe ich eine etwas geflechtartige Anlagerung gesehen, wie man sie schon mit blossem Auge bei den Kaninchen bemerkt; sie erscheinen nämlich in bestimmte Bündel geschieden, deren jeder von fünfzehn bis zwanzig Primitivfasern gebildet wird. Indessen

zweifle ich daran, dass sie erst in Folge der Präparation sich in dergleichen Bündel geschieden haben, wegen der ausgedehnten Adhäsionen, welche der Glaskörper beim Pferde mit der Grenzmembran eingeht.

Was die Richtung und Endigung dieser Nervenfasern betrifft, so haben, ein wie hochwichtiger Gegenstand es auch ist, doch die vereinten Anstrengungen der Mikrographen bis jezt noch keine vollkommen bestimmte Resultate darüber erlangen können. Vermöge dessen, was ich bei meinen Untersuchungen beobachten konnte, bei welchen ich die Retina in einer nun bekannten Richtung faltete und nach dieser Faltung die Richtung der Fasern dieser Schichte bemessen hatte, — glaube ich behaupten zu können, dass die Richtung dieser Fasern, wenn man vom Centrum der Retina ausgeht, zuerst eine radienförmige sei, das heisst, dass sie nach der Richtung der Meridiane der Augenkugel verlaufen, weiter gegen deren Aequator hin eine schiefe Richtung annehmen, wie dies schon Hannover beobachtete, und dass sie endlich gegen die Peripherie der Retina hin parallel gehen mit der Peripherie selbst und mit dem Ciliarkreise, von welchem sie durch die, hier von der Grenzmembran (*Fig. 7. 12. I.*) gebildete Falte getrennt werden. Es scheint mir dieses Resultat meiner wiederholten Untersuchungen recht gut mit dem zu harmoniren, was Michaelis beobachtet hat, nach welchem alle Nervenfasern sich gegen die macula flava oder das foramen centrale hin richten, indem sie eine gebogene Richtung verfolgen, um zuerst die concave Oberfläche der Retina zu durchlaufen und dann sich gegen jenes Loch zu wenden. Demnach müsste man vermuthen, dass, unter dieser Annahme, sich höchstens zwei Ausnahmen nachweisen liessen bezüglich dessen,

was ich über die allgemeine Richtung dieser Nervenfasern gesagt habe, indem es mir scheint, als müsse es an der Peripherie der Retina ein oder zwei Punkte geben, wo die Nervenfasern schief oder der Länge nach verlaufen, und sich sodann, nach Michaelis, gegen das foramen centrale hin richten u. s. w.

Immerhin liesse sich nun die Frage aufstellen, ob diese grossen Bögen (arcate) die sogenannten E n d s c h l i n g e n (anse terminali) dieser Nervenfasern bilden. Wenn ich jedoch auf einige Beobachtungen Gewicht legen darf, bei welchen ich ganz deutlich Nervenschlingen in der Retina gesehen habe, so möchte ich versichern, dass die grossen Bögen, in welche die Fasern der ersten Schichte angelagert sind, noch nicht die Endschlingen bilden, sondern dass vielmehr die wahren Endschlingen eng und geschlossen seien, wie es in *Fig. 8.* bei *A.*, einem getreuen und genauen Abbild dessen, was ich unter dem Mikroskope sah, — dargestellt ist. Ungeachtet dessen, dass ich diese Schlingen mit aller nur möglichen Deutlichkeit in der Retina eines Sperlings gesehen habe, könnte man doch über ihr Vorhandensein Zweifel hegen, aus zweierlei Gründen; erstens weil in der Retina noch eine andere Schichte von Nervenfasern sich befindet und ich nicht bestimmen konnte, ob sie der einen oder der andern Schichte angehörten (1); zweitens weil ich zwei einzigemal diese

---

(1) Wenn es sich darum handelt, im Einzelnen die Formelemente zu untersuchen, so muss man die Retina zerreissen, um jene von einander abzusondern und zu isoliren. Sind dann einmal die durch sie gebildet gewesenen Schichten zerstört, so ist nicht mehr zu bestimmen, welchen derselben sie angehörten, wenn nicht vorher die Charaktere jener Elemente, so lange sie noch in ihrer Lage waren, bestimmt wurden. So ist nun bezüglich der Nervenfasern

Schlingen antraf. Bezüglich des ersten zweifelhaften Punktes kann man mit vollem Grunde annehmen, dass diese Schlingen den Fasern dieser ersten Schichte angehören, weil die andern Nervenfasern, welche die dritte Schichte bilden, sich jede einzeln, wie wir sehen werden, ohne Schlingenbildung in die Nervenzellen endigen, woraus die zweite Schichte besteht. In Betreff des zweiten Anlasses zum Zweifel kann ich denselben nur abweisen, weil, wenn es mir auch nur zweimal gelang, diese Beobachtung zu machen, ich doch eine hinreichende Anzahl Nervenschlingen mit solcher Bestimmtheit, von solcher Ausdehnung und so regelmässiger Anlagerung gesehen habe, dass ich unmöglich noch annehmen kann, es hätten sich Nervenfasern zufälligerweise in Folge der Präparation in der eigenthümlichen Art, wie es Fig. 8. darstellt, angelagert. Um sich daher über die Seltenheit der Gelegenheit, diese Endschlingen zu sehen, Rechenschaft zu geben, bleibt nur die Annahme übrig, dass dieselben eine eigene und begrenzte Partie der Retina einnehmen, welche zwar auch ich nicht ausgemittelt habe, welche aber jedenfalls ihre Peripherie nicht ist, woselbst ja die Nervenfasern mit derselben parallel gehen; wenigstens gehörten die Schlingen, die ich sah, Fragmenten einer ganz andern Partie der Retina, als ihrer Peripherie an. Endlich will ich beifügen, dass ich mit aller Musse diese

---

der Retina, sobald sie isolirt und wenn sie nicht in einer gewissen Menge angehäuft sind, schwer aus ihrer Farbe zu bestimmen, welche zur Klasse der weissen oder zu jener der grauen Fasern, und somit zur ersten oder zur dritten Schichte gehören; denn bei so zarten Fasern gelingt es nicht, die andere von Mandl aufgestellte Eigenschaft der doppelten Contour bei den erstern oder der einfachen Contour bei den zweiten zu erkennen.

Schlingen untersuchen konnte; eine derselben war mehr frei und flottirend, und deshalb zufällig geöffnet (*Fig. 8. B.*) Der Durchmesser der Primitivfasern dieser Schingen war = 0,0013, aber ich sah auch kleinere.

Zweite Schichte. Diese Schichte wird von kugligen, sehr durchsichtigen Formelementen gebildet, weshalb sie immer durchsichtiger erscheint als die übrigen Schichten, wie dies die zwei Fig. 6. und 7. bei *B.* darstellen. Diese Schichte steht in unmittelbarer Berührung mit den Nervenfasern der ersten, ohne mit ihnen, soweit ich ermessen konnte, in irgend eine andere Beziehung zu treten; anders verhält es sich mit den Fasern der dritten, wie wir sogleich sehen werden. Ihre Dicke ist gleichförmig in der ganzen Ausdehnung der Retina; beim Menschen fand ich sie = 0,0186; beim Kaninchen = 0,0170; beim Pferde = 0,0246; beim Sperlinge = 0,0072; beim Wassersalamander = 0,0147; bei der Meeräsche (Mugil) = 0,0098.

Beim ersten Anblick zeigt, wenn die Retina sehr frisch ist, diese Schichte eine gleichmässige Durchsichtigkeit; sehr bald jedoch beginnen grosse Bläschen sich zu zeigen, eines an das andere angedrückt, welche mit ihrem Durchmesser beinahe diese gesammte Schichte einnehmen. Die Bedeutung dieser Bläschen liesse sich nicht leicht entscheiden, wollte man sich darauf beschränken, sie in ihrer natürlichen Lage zu untersuchen. Presst man dagegen die Retina ein wenig, so lassen die Grenzmembran und die erste Schichte, indem sie zuweilen an irgend einer Stelle zerreissen, durch ihren Riss diese Bläschen (*Fig. 6. N.*) austreten, welche mehr weniger gehäuft bleiben, oder sich völlig von einander ablösen und in der durchsichtigen, den Theil umgebenden Flüssigkeit umherschwimmen. In dieser Flüssigkeit, wenn

sie auch aus demselben Auge genommen ist, gehen jedoch alsbald merkliche Veränderungen an ihnen vor, welche mehr weniger die Eigenschaften erkennen lassen, die ihnen von den neuern Mikrographen beigelegt werden. Hiernach habe ich erkannt, dass diese Bläschen gleichbedeutend sind mit Henle's kugelförmigen Körperchen, oder Valentin's Belegungskugeln, oder Mandl's granen Körperchen, welche ich im Vorhergehenden unter dem Namen Nervenzellen unterschieden habe.

Sind diese Nervenzellen einmal auf irgend eine Weise isolirt, so ist die erste an ihnen vorgehende Veränderung die des Volums, indem sie ansehnlich durch die Endosmose der umgebenden Feuchtigkeit, auch wenn es Glaskörper ist, zunehmen und hiedurch noch deutlicher hervortreten. Zu gleicher Zeit zeigen einige derselben, welche im ursprünglichen Zustande vollkommen durchsichtig und sehr klein erschienen (*Fig. 9. c.*), dann äusserst feine gleichmässig in ihrem Innern zerstreute Granulationen (*d*), bei andern sind die Granulationen im Mittelpunkte angehäuft (*b*) und eine äusserst feine Membran umgibt sie in gewisser Entfernung; oder aber es ist die Anhäufung der Granulationen auf einen kleinen excentrischen Raum ihres Innern beschränkt (*i*, *n*); andre dieser Zellen endlich zeigen anstatt der Granulationen, oder nebst diesen einen Kern, manchmal einen Kernkörper, oder einen Kern und Kernkörper in concentrischer Lage, (*e*) oder zwei Kernkörper, deren einer seitlich vom andern liegt (*a*). Sowie jedoch alle andern Elemente der Retina im vollkommen frischen Zustande völlig durchsichtig sind, so sind es auch diese, weshalb es im Anfang sehr schwer ist, die erwähnten Gebilde, welche

sie enthalten, wahrzunehmen. Dieser Umstand könnte zu der Ansicht verleiten, dass diese Gebilde rein zufällig und nur die Folge von gewissen Mischungsänderungen jener Körperchen wären. Die gegentheilige Ansicht bestätigt sich jedoch dadurch, dass sie in entwickelteren Körperchen auffallender sind, woraus hervorgeht, dass diese Gebilde an Bedingungen der Entwicklung dieser Nervenzellen gebunden sind.

Das Volumen dieser Zellen unabhängig von ihren nachträglichen Veränderungen, wechselt ausserordentlich, wie ich denn beim Menschen ihren Durchmesser schwanken sah zwischen 0,0111 und 0,0188; diese letztere Zahl beweist, dass die grössten vollkommen den Raum der Schichte, welche sie bilden, einnehmen. Ihr Kern hat dann gewöhnlich, wenn er zu sehen ist, etwa die Hälfte ihres Durchmessers. Beim Pferde haben diese Zellen einen zwischen 0,0070 und 0,0220 variirenden Durchmesser. Beim Hahne beträgt die Mittelzahl = 0,0110.

Die innern Gebilde, welche die Nervenzellen dieser zweiten Schichte aufweisen, lassen eine gewisse Analogie erkennen zwischen ihnen und den Ganglienkörperchen, oder wenigstens der durchsichtigen Zelle, welche leztere enthalten, und welche auch nach Valentin, Henle und Mandl nichts anderes als eine frühere Entwicklungsstufe derselben zu sein scheint. Diese Ansicht aber wird noch mehr dadurch bestätigt, dass, ebenso wie die Ganglienkörperchen zuweilen obiger Bemerkung zufolge, Verlängerungen in Form von Nervenfasern zeigen (*Fig. 1. P.*), auch diese Nervenzellen der Retina, jede an eine besondere Nervenfaser angeheftet erscheinen, welch' leztere von jenen der darauffolgenden dritten Schichte einen Theil ausmachen.

Jedenfalls ist mit Berücksichtigung der Aehnlich-

keit zwischen den Ganglienkörperchen und den Nervenzellen im Allgemeinen oder denen der Retina insbesondere, Folgendes das Resultat der Beobachtungen über die Beziehung der leztern zu einer besondern Art von Nervenfasern, welche die dritte Schichte zusammensezen.

Wenn man die Retina wie gewöhnlich zerreisst und presst, so zeigen sich ihre Nervenzellen mehr weniger isolirt und völlig frei; zuweilen jedoch, wenn sie mit der unterliegenden Schichte in Verbindung bleiben, während die darüberliegende durch das Pressen entfernt worden ist, bemerkt man, dass diese Zellen an eine äusserst feine Nervenfaser (*Fig. 9. c. i. n.*) angeheftet sind, welche vermöge einer leichten Umbeugung in die dritte Schichte eingeht, und sich mit den übrigen Fasern der leztern vermischt (*Fig. 9. C.*). Es ist äusserst schwierig, sich von dieser Anlagerung zu überzeugen, weil diese Zellen sich mit der grössten Leichtigkeit von der Faser, mit welcher sie verbunden waren, ablösen, und deshalb sieht man sie selten in dieser Verbindung, sobald das Pressen sie zuweit von ihrer natürlichen Stelle entfernt hat. Man stösst zwar während einer grossen Zahl von Beobachtungen oft genug auf die angegebene Anordnung, jedoch gelang es mir auch nicht selten, mich direkt davon zu überzeugen, indem ich die erste Schichte von diesen Zellen herunternahm. Um dies zu erreichen, erinnere man sich, dass der Glaskörper in der vordern Hälfte der Augenkugel an der Grenzmembran anhängt, und diese an der ersten Schichte. Nimmt man also hier den Glaskörper hinweg, so wird auch grossentheils die erste Schichte mit entfernt, und dann zeigt die zweite Schichte, welche, wenn man die Retina auf die

gewöhnliche Weise umschlagt, an deren freiem Rande blosgelegt wird, ihre Zellen gleichsam isolirt, und man sieht viele derselben noch an den aus der dritten Schichte entspringenden Fasern hängend (*Fig. 9.*) fluctuiren.

Insofern man Zweifel erheben könnte, ob alle Zellen der zweiten Schichte dermassen an je eine Faser der dritten angeheftet seien, so ist einmal sicher, dass einige, wenigstens die grössten auf diese Weise angefügt sind; deshalb lässt sich mit Grund annehmen, dass jene, welche frei erscheinen, vermöge ihrer leichten Ablösbarkeit von den entsprechenden Fasern sich losgetrennt haben. Zum Belege eines so wichtigen Gegenstandes muss ich jedoch insbesondere bemerken, dass ich diese Beobachtungen nicht blos zu wiederholtenmalen an verschiedenen Wirbelthieren, nämlich Säugethieren, Vögeln und Fischen bewährt gefunden habe, sondern auch beim Menschen, wo ich hinreichend lange in sehr geeigneten Fällen diese Anordnung beobachten, und sie verschiedenen Prüfungen unterwerfen konnte, um mich von jeglichem Irrthum fern zu halten.

Schliesslich verdient noch bemerkt zu werden, dass man dann, wenn diese Zellen noch an der Nervenfaser anhängend, sich von der Seite darbieten, zuweilen die körnige Anhäufung in ihrem Innern oder den Kern excentrisch liegen sieht, und dass dieser die Stelle, welche der Einfügung der Nervenfasern (*Fig. 9. i. n.*) entspricht, einzunehmen pflegt, wenigstens habe ich dies beim Menschen so beobachtet, und es scheint demnach, dass diese Faser eine gewisse Beziehung zum Inhalt der betreffenden Zellen haben müsse.

Dritte Schichte. Diese Schichte (*Fig. 6. 7. C.*) erscheint beim ersten Anblick etwas problematisch, da

sie sich häufig gleichsam völlig homogen und sehr durchsichtig darstellt, obgleich sie sich vermöge der ihr eigenen Farbe immer kenntlich macht. Es ist dies eine hell gelbröthliche Farbe, ähnlich wie sie die an der innern Wand der Ganglienkörperchen anhängenden Körnchen zeigen, welche im Ganglion Gasseri so deutlich auftreten, und in ihrer Gesammtheit dem ganzen Gangliensysteme eine eigenthümliche Farbe verleihen. Die Farbe dieser Schichte ist um so bemerkbarer, als sie sich in allen Klassen der Wirbelthiere nachweisen lässt, nur nach der grössern oder geringern Intensität kann sie etwas verschieden sein. Beim Menschen jedoch zeigt diese Schichte, abgesehen davon, dass sie in ihrer ganzen Ausdehnung auf obige Weise gefärbt ist, vorzugsweise um das foramen centrale retinae her eine gelbe Farbe, indem sie an dieser Stelle die sogenannte macula lutea centralis bildet. Ich habe oft, obwohl mit grosser Schwierigkeit, es nachzuweisen vermocht, dass die gelbe Farbe dieses Fleckens ausschliesslich dieser Schichte angehöre, und dass sie wirklich substantiell sei, indem sie sich schon wenig Stunden nach dem Tode auf die Formelemente der andern angrenzenden Schichten ausgebreitet hatte. Uebrigens überlasse ich es dem Scharfsinn der Physiologen, aus dieser Beobachtung einen Schluss zu ziehen (trarre partito), nämlich dass die Farbe des gelben Fleckens blos dieser dritten Schichte angehöre, welche in ihrer übrigen Ausdehnung und in allen Wirbelthier-Klassen sonst eine charakteristische Farbe hat, ähnlich der des reinen Gangliensystems; es spricht dies nach meiner Meinung offenbar für die Ansichten Melloni's über die Bedeutung der Farbe des gelben Centralfleckens.

Die Dicke dieser Schichte wechselt sehr in den verschiedenen Regionen der Retina. Insbesondere um den Punkt, wo der Sehnerv eintritt, zeigt diese Schichte wenigstens beim Menschen eine Verdickung, die ungefähr das Doppelte von der mittlern Dicke beträgt, welche sie in ihrer übrigen Ausdehnung zu besizen pflegt; innerhalb lezterer verdünnt sie sich bis zur Peripherie der Retina immer mehr, etwa ähnlich wie dies bei der ersten Schichte der Fall ist. Bei einer Messung dieser dritten Schichte an einer excentrischen Stelle des hintern Segmentes der Augenkugel fand ich sie beim Menschen = 0,0457; beim Kaninchen = 0,0418 (unter dem Aequator der Augenkugel des Kaninchens betrug diese Schichte = 0,0201); beim Pferde = 0,0320; beim Sperling = 0,0558; bei der Taube, diese und die vorhergehende Schichte zusammengenommen = 0,0639; beim Wassersalamander 0,0221; bei Mugil = 0,0150: bei Tinca, diese und die vorhergehende Schichte mitsammen 0,0541. An der Peripherie der Retina endlich beträgt diese Schichte im Allgemeinen nicht mehr als = 0,0020 bis 0,0050.

Die mikroskopischen Erscheinungen, welche diese Schichte bezüglich ihrer Textur darbietet, sind sehr verschieden je nach der Richtung, welche sich bei der Faltung der Retina ergibt, und je nach dem diese mehr oder weniger frisch ist. In jedem Falle behält diese Schichte ihre charakteristische Farbe, aber diese zeigt sich durchsichtiger in einer ganz frischen Retina, während sie sich in einer weniger frischen undurchsichtig und körnig ausnimmt. Untersucht man diese Schichte an einer sehr frischen Retina, nachdem man leztere parallel mit ihrer Peripherie umgeschlagen hat, so bietet sie ein unbestimmtes Ansehen dar, das sich schwer

beschreiben liesse; legt man die Retina dagegen nach der Richtung der Meridiane der Augenkugel um, so werden viele untergeordnete Straten (stratificazioni secondarie) bemerkt, welche unter sich und mit den andern Schichten parallel gehen, und sich mehr weniger vervielfältigen, sobald man die Retina allmälig stärker presst. Es geht daraus hervor, dass diese Straten durch die regelmässige Ablösung (distacco netto) der Form-Elemente, woraus diese Schichte besteht, bedingt sind.

Untersucht man aufmerksam diese Schichte an einer nach der Richtung eines Meridians der Augenkugel angelegten Falte, und insbesondere da, wo ihre Verschmächtigung deutlicher ist, das heisst gegen die Peripherie der Retina hin (*Fig. 7. C.*; schematische Figur 12. C.), so wird man sehen, dass die Straten, die sie darbietet, nach der an die zweite Schichte stossenden Seite hin stufenweise aufhören. Daraus können wir, wenn wir uns diese Straten in ihrer Gesammtheit vorstellen, entnehmen, dass sie sich in der Art decken (si imbricano), dass jene mehr innen oder beziehungsweise der zweiten Schichte zunächst gelegenen, überragt werden von den mehr aussen oder der vierten Schichte zunächst gelegenen. Sonach muss das alleräusserste Stratum, welches wirklich an die vierte Schichte stosst, das längste und ausgedehnteste sein, indem dasselbe wirklich die Peripherie der Retina erreicht. Man sieht nun leicht, dass von dieser Verschiedenheit in der Ausdehnung der die betreffende Schichte bildenden Theile die allmälige Verschmächtigung herrührt, welche wir an ihr bemerkt haben. Gehen wir nun zur Erörterung der Formelemente über, die diese Schichte zusammensezen.

Wir haben bereits gesehen, dass die Formelemente der zweiten Schichte, oder die Nervenzellen an

Fasern (*Fig. 9. e. i. n.*) angeheftet sind, welche sich in die secundären Straten der dritten Schichte (*Fig. 9. C.*) begeben und damit vermischen, so dass man wohl nicht zu zweifeln braucht, ob diese Schichte von der Gesammtheit jener Nervenfasern gebildet sei. Zwar liesse sich gegen diesen Schluss einwenden, dass man in dieser Schichte selten so bestimmte und deutlich unterschiedene Fasern antreffe, wie jene, woran die Nervenzellen geheftet sind, und dass, wenn man auch bei der Zerreissung der Retina eine oder die andere dieser Fasern sich isoliren sieht, sich doch der grösste Theil der Substanz dieser Schichte zurückziehe, und die Form einer weichen und zähen Masse annehme, welche überdies unter Einwirkung von Essigsäure undurchsichtiger wird und in körnige Häufchen zerfällt. Allein auf der andern Seite ist es Thatsache, dass man zuweilen Fasern, und zwar in grosser Ausdehnung, sich von der Substanz dieser Schichte abtrennen sieht, welche von einer körnigen Materie eingehüllt erscheinen, die ihnen ein etwas unregelmässiges Ansehen und einen scheinbar etwas grössern Durchmesser verleiht als jener ist, den die mit den Nervenzellen der zweiten Schichte in Verbindung stehenden Fasern zeigen. Und da nun diese leztern Fasern in die dritte Schichte übergehen, so scheint es mir denn ausser Zweifel zu stehen, dass die einen wie die andern ganz die nämlichen Fasern seien, die innerhalb der Dicke der dritten Schichte von einer formlosen und körnigen Masse eingehüllt und zusammengehalten werden, welche gewiss mit ihrer Substanz und ihrem Wesen eine gewisse Verwandtschaft besizt (1).

---

(1) Ich hatte bereits obige Zeilen niedergeschrieben, (und ich

Zieht man diese Fasern in besondere Betrachtung, so ergibt sich, dass sie zu denjenigen gehören, welche Mandl unter dem Namen graue Nervenfasern oder Nervenfasern mit einfacher Contour unterscheidet und welche von ihm vorzugsweise in der Axe des nervus opticus nachgewiesen worden sind. Bei einer Messung des Diameters dieser Fasern und besonders jener, an welchen die Körperchen der zweiten Schichte (*Fig. 9. e. i. n.*) anhängen, fand ich denselben beinahe gleich dem der weissen Fasern der ersten Schichte, nur erscheinen die Fasern, welche sich wirklich innerhalb der Dicke der dritten Schichte befinden, wenn sie isolirt sind, ein wenig dicker. Es kann dies jedoch entweder von der Gegenwart der obenerwähnten körnigen amorphen Substanz, von welcher sie umgeben sind, abhängen oder davon, dass mehrere Fasern durch diese Substanz mit einander verklebt werden, und deshalb nicht einzeln unterschieden werden können. Durch diesen leztern Umstand würde es auch erklärlich, wie man zuweilen Fasern antrifft, welche, während sie von der dritten Schichte ausgehend sich gegen die zweite hin richten, sich zu gablen scheinen. (*Fig. 9. n.*)

Würde man nicht andere Beispiele von wirklicher Gablung bei Nervenfasern kennen, wie z. B. bei den Elementar-Nervenfasern der Scheidewände (diaframmi)

---

füge sie nun auch hier bei, um zu zeigen, wie schüchtern ich immer bei der Deutung mikroskopischer Erscheinungen zu Werke gegangen) als ich mich bewogen fand, meine Untersuchungen auf die Retina des Pferdes auszudehnen, in welcher sich mir die Fasern in ihrem Verlaufe mit der grössten Deutlichkeit und gerade in der Richtung der Meridiane der Augenkugel (dirette nel senso dei merid.) darboten.

des elektrischen Organs des Rochen, welche Savi beschrieb, und in der Elementar-Nervenfaser meiner (Pacinischen) Körperchen, wo sie Henle und Kölliker beschrieben, so könnte man glauben, diese Erscheinung von Gabelung habe ihren Grund in dem theilweisen Aneinanderkleben zweier verschiedener Fasern. Allein die Entdeckungen der erwähnten Anatomen machen deren wirkliches Vorhandensein auch in unserm Falle wahrscheinlich, weshalb ich mich zu der Annahme hinneige, dass die Erscheinung der Bifurcation einiger Fasern dieser Schichte nicht auf Täuschung beruhe, und dass das bereits von so vielen Anatomen ausgesprochene Gesez von der Untheilbarkeit der Elementar-Nervenfasern täglich mehr entkräftet werde.

Aus dem Vorhergehenden können endlich drei sehr wichtige Folgerungen bezüglich der Textur dieser Schichte gezogen werden, nämlich erstens, dass die Formelemente, woraus sie besteht, aus besondern Nervenfasern gebildet seien, welche von einer amorphen körnigen Substanz eingehüllt, und durch ihre Farbe von den weissen Fasern der ersten Schichte hinlänglich verschieden erscheinen; zweitens, dass jene Fasern, welche in ihrer Gesammtheit als die obenbeschriebenen secundären Straten auftreten (rappresentate in complesso dalle stratificazioni second. descritte) ihre Richtung nach den Meridianen der Augenkugel nehmen, d. h., dass sie sich vom Centrum nach der Peripherie der Retina strahlenförmig ausbreiten; drittens, dass diese Fasern nicht mit einer Schlinge endigen, wie der grösste Theil der Nervenfasern und wie jene der ersten Schichte, sondern dass im Gegentheil eine jede in den Nervenzellen der zweiten Schichte ihr Ende nehme, weshalb denn auch, wenn man diese Zellen als einfache Gang-

lienkörperchen betrachtet, die zweite und dritte Schichte in Verbindung miteinander ein wahres Gangliensystem der Retina bilden würden. Ein lezter Folgesaz bleibt noch zu abstrahiren aus der Stellung der zwei von uns beschriebenen Schichten von Nervenfasern zu einander, nemlich der ersten und dritten Schichte. Diese 2 Schichten und folglich auch ihre Fasern haben in der Retina eine umgekehrte Lage von der, welche diese nämlichen Fasern, Mandl's Beobachtungen zufolge, in dem Sehnerven einnehmen. Nach diesem Mikrographen nämlich nehmen die grauen Fasern vorzugsweise die Axe des Sehnerven ein, d. h. sie befinden sich tiefer als die weissen. Nun liegen nach unsern Beobachtungen in der Retina die grauen Fasern oberflächlicher als die weissen, indem leztere deren weiter nach innen gelegene Schichte bilden. Man muss demnach annehmen, dass die zwei Arten von Fasern sich an der Stelle, wo der Sehnerve in die Augenkugel eintritt, kreuzen; deshalb wollte ich diese Decussation durch die schematische Figur 11. darstellen, in welcher ich mit der punktirten Linie die Lage der grauen Fasern und mit der zusammenhängenden Linie die weissen Fasern bezeichne, sowohl im Sehnerven nach Mandl, als in der Retina nach meinen eigenen Beobachtungen. Hieraus erhellt, dass in dem Zwischenraum zwischen den weissen und grauen Fasern der Retina dann die Nervenzellen enthalten sind, welche die zweite Schichte bilden.

Vierte Schichte. Diese vierte Schichte (*Fig. 6. 7. D.*) erscheint, wenn die Retina ganz frisch ist, vollkommen durchsichtig und farblos, und erst einige Stunden nach dem Tode des Thieres beginnen unbestimmte Erscheinungen von kernartigen Gebilden, wel-

che in der menschlichen Retina leicht zu sehen sind, aufzutauchen. Diese Schichte hat in der ganzen Retina eine gleichförmige Dicke; beim Menschen beträgt sie 0,0496; beim Pferde 0,0517; beim Kaninchen 0,0520; bei der Taube 0,0412; beim Wassersalamander 0,0565; bei der Schleihe (Tinca) 0,0418.

Untersucht man diese Schichte bei einem getödteten Thiere gleich im Augenblick, so scheint sie fast völlig homogen, und deshalb lassen sich die Formelemente, aus welchen sie gebildet ist, schwer unterscheiden. Zerlegt man diese Schichte durch die Compression oder durch ein anderes Verfahren, und zerstreut somit jene Formelemente, so werden sie dann mehr oder weniger deutlich, so dass man leicht erkennen kann, dass es nichts andres als Nervenkerne sind, vollkommen jenen gleich, welche den grössern Theil der Rindensubstanz des Gehirns bilden, und von welchen wir im Anfang gesprochen haben. Der Zusaz von etwas Wasser reicht hin, um diese Körperchen noch deutlicher hervortreten zu lassen, vorzugsweise thut dies jedoch ein Tropfen verdünnter Essigsäure. Einige Stunden nach dem Tode des Thiers sind die Nervenkerne dieser Schichte auch ohne Beihilfe irgend eines Reagens deutlich, und ohne irgend welche Zerreissung; man kann sich sodann auch besser von ihrer Lagerung, sowie von ihren Grenzen und Beziehungen überhaupt einen genauern Begriff verschaffen. Eben unter diesen Bedingungen sieht man die vierte Schichte von einer zahllosen Menge solcher runden oder polyedrischen Körperchen gebildet, welche sich durch ihre scharfe und dunkle Contour gut unterscheiden lassen.

Der Umfang dieser Körperchen ist constanter als jener der andern kugeligen Gebilde. Beim Menschen

zeigen sie einen Durchmesser von 0,0060, wovon jene der beiden Klassen der warmblütigen Wirbelthiere wenig abweichen. Sobald diese Körperchen vertheilt und isolirt sind, so sieht man jedes derselben ein Fädchen tragen, welches ein Verbindungsmittel zu sein scheint; andre tragen deren zwei an sich, an jedem Ende eines. Vielleicht treten vermöge derselben die Körperchen in Zusammenhang unter sich und mit den Formelementen der zwei angrenzenden Schichten; denn während ihrer natürlichen Lage scheint es, als seien diese kernartigen Körperchen miteinander verbunden und in linienförmigen Reihen angeordnet, welche in der Regel nach der Oberfläche der Retina gerichtet sind, d. h. die nämliche Richtung haben, wie die Stäbchen der Jakob'schen Membran, welche die fünfte Schichte bildet. Da diese Körperchen sehr regelmässig auf die angegebene Weise angelagert sind, so geht daraus noch eine andre Ordnung hervor, vermöge welcher sie vier oder fünf übereinanderliegende und mit den andern Schichten der Retina parallelgehende Flächen bilden. Deshalb zeigt an einer recht frischen Retina diese Schichte, obgleich ihre Durchsichtigkeit die genaue Wahrnehmung dieser Nervenkerne verhindert, oft bei einem allmälig gesteigerten Drucke ebenfalls secundäre Straten, welche augenscheinlich die Ablösung der Flächen andeuten, in welchen diese kernartigen Körperchen nach der zweiten Weise angereiht waren.

Uebrigens glaube ich nicht, dass man jenes eigenthümliche sehr anschnliche Stratum, welches nicht selten zwischen der vierten und fünften Schichte auftritt (*Fig. 6. 7. E.*), auf gleiche Weise erklären kann. Dieses Stratum, welches ich als Ergänzung zu der vierten Schichte betrachten will, tritt sehr deutlich hervor,

sobald diese leztere durch das Erscheinen der Nervenkerne etwas undurchsichtiger geworden ist; das erwähnte Stratum behält nämlich seinerseits so ziemlich die gleiche Durchsichtigkeit, die es vorher hatte. Dasselbe hat ganz das Ansehen der zweiten Schichte, bei einer nur etwas geringeren Dicke, und oft erscheinen Bläschen oder Körperchen gerade wie in der zweiten Schichte selbst.

Dieses Ergänzungs-Stratum scheint von jenen Körperchen gebildet zu werden, welche mit dem innern Ende der Stäbchen und Zapfen der Jakob'schen Membran (*Fig. 10. c.*) zusammenhängen, indem (wie ich nachher zeigen werde) dasjenige Ende, mit welchem diese Stäbchen an jenes Stratum stossen, gewöhnlich mit einem Körperchen versehen erscheint, welches wenig von jenen der zweiten Schichte abweicht. Da jene Körperchen sich nicht leicht erkennen und untersuchen lassen, ausser im Zusammenhang mit den Stäbchen der Jakob'schen Membran, so will ich sie lieber bei Gelegenheit dieser Organe abhandeln.

Fünfte Schichte. Diese lezte Schichte der Retina (*Fig. 6. 7. F.*) liegt nach aussen von allen andern, steht in Berührung mit der Choroidea und wird von den Stäbchen der Jakob'schen Membran gebildet. Da diese Membran und die sie bildenden Stäbchen bereits der Gegenstand früherer höchst wichtiger Untersuchungen waren, so wäre es jezt wirklich höchst überflüssig, sich in ausführliches Detail einzulassen, ich werde mich deshalb auf folgende wenige Betrachtungen, die mir angehören, beschränken.

Die Jakob'sche Membran, oder mit andern Worten die fünfte Schichte der Retina erscheint, wenn man sie nach der von mir bisher bei den andern Schichten angewandten Methode untersucht, sehr durchsichtig

und unterscheidet sich gut von den angrenzenden Theilen, indem sie von der Seite der Choroidea her durch die Pigmentzellen begrenzt wird, welche die Membrana Ruyschiana bilden. Die Formelemente oder die **Stäbchen**, von welchen diese fünfte Schichte eben gebildet wird, erscheinen in ihrer natürlichen Lage als äusserst zahlreiche Streifen (*Fig.. 6. 7. F.*), welche unter sich parallel gehen, gegen die Fläche der Retina eine senkrechte Richtung haben und eben offenbar die erwähnten Stäbchen und ihre normale Lage andeuten. Es wäre jedoch sehr schwer, sich einen genauen Begriff von diesen Stäbchen zu machen, wenn man sie auf diese Art sieht, da sie sich im Grunde der Falte der Retina befinden und da die einen gegen die andern gepresst und gedrängt sind; zudem liegen dieselben, wenn man sie so betrachtet, hinter (a traverso) den vier früher beschriebenen Schichten. Um sie also deutlich und frei zu sehen, muss man die Retina nach der entgegengesezten Fläche hin umschlagen, und indem dann die Jakob'sche Membran dem freien Rande der Falte entspricht, so zeigen sich die Stäbchen ganz ausserordentlich klar. Uebrigens sieht man dieselben auf diese Art meistens in Unordnung und aus ihrer natürlichen Richtung verrückt, kann sich deshalb auch hieraus kein genaues Bild von der Schichte, die sie bilden, noch von ihrer regelmässigen Anordnung, und ihren Beziehungen entwerfen.

Die Dicke dieser fünften Schichte entspricht vollkommen der Länge der Stäbchen, weil sie immer senkrecht gegen die Fläche der Retina stehen; darum ist diese Schichte überall ganz gleich dick. Man hatte behauptet, dass bei den Batrachiern die Stäbchen gegen die Peripherie der Retina hin schief stehen wegen ihrer ausserordentlichen Länge, allein ich habe bei

Rana esculenta und beim Wassersalamander (Triton) gefunden, dass sie auch in dieser Gegend nicht von der allgemeinen Regel ihrer Richtung abweichen. Deshalb ist die fünfte Schichte bei diesen Thieren ungemein dick in ihrer ganzen Erstreckung; sie kommt den vier andern Schichten zusammengenommen beinahe gleich, und nimmt somit etwa die Hälfte der ganzen Dicke der Retina ein. — Beim Menschen fand ich diese Schichte = 0,0246; beim Kaninchen = 0,0157; beim Sperling = 0,0325; beim Haushahn = 0,0344; bei der Taube = 0,0393; beim Wassersalamander = 0,0910; bei der Schleihe = 0,0310. Diese Dimensionen sind nun gleichbedeutend mit der Länge der Stäbchen, von welchen diese Schichte dem Angeführten zufolge gebildet wird; der Durchmesser der Stäbchen beträgt beim Menschen = 0,0018; beim Ochsen = 0,0014; beim Wassersalamander = 0,0112; bei der Meeräsche (Mugil) = 0,0020; bei der Schleihe = 0,0025.

Die Stäbchen der Jakob'schen Membran (*Fig. 10. i.*) sind im natürlichen Zustande vollkommen durchsichtig und gerade; allein die geringsten und unbedeutendsten Ursachen rufen hier die grössten Veränderungen hervor. Das Wasser vor Allem verändert sie so sehr, dass man sie in ganz kurzer Zeit gar nimmer kennt. Kaum von demselben berührt, beginnen sie sich an der einen Seite umzuschlagen und einen Bogen zu bilden; dieser krümmt sich nach und nach immer mehr, so dass er eine Spirale oder einen Kreis bildet, welcher sich durch weitere Zusammenziehung in ein Kügelchen umwandelt, welches in diesem Zustande mit den früher beschriebenen Nervenzellen verwechselt werden könnte. Man muss deshalb derartige Veränderungen zu verhindern suchen, um Irrthum zu verhüten. Die

Essigsäure modificirt nicht sowohl ihre Gestalt, als vielmehr ihre Substanz, indem sie dadurch etwas undurchsichtig und äusserst feinkörnig werden. Ueberdies können an diesen Stäbchen noch viele andere Veränderungen absichtlich oder zufällig hervorgerufen werden, auf welche wir jedoch nicht einzugehen brauchen, da man ausführliches und genaues Detail hierüber in Henle's gediegenem Werke über allgemeine Anatomie finden kann (1).

Der äusserst hohe Grad von Durchsichtigkeit und die Zartheit dieser Stäbchen lässt es nicht erkennen, wie ihre innerste Textur beschaffen sei. Sie erscheinen nämlich im natürlichen Zustande untersucht, vollkommen homogen; alsbald treten jedoch Erscheinungen ein, die man durch Wasser noch befördern kann, und welche bis auf einen gewissen Punkt ihre innerste Textur zu erläutern im Stande sind. Wählt man zu dergleichen Untersuchungen die dicken Stäbchen der Retina von Batrachiern, so findet man unter ihnen, wenn man sie mit Wasser behandelt, viele, die eine unendliche Menge der zartesten Querstreifen aufweisen, und zwar auf ähnliche Weise angeordnet wie in den gestreiften Primitiv-Muskelbündeln oder in grösserm Maasstabe an den Prismen des elektrischen Organs des Rochen. Daher kann man annehmen, es seien diese Stäbchen aus äusserst feinen scheibenförmigen Formtheilchen (elementi) gebildet, die über einander liegen, ohne dass sie jedoch im natürlichen Zustande einzeln

(1) Man vergleiche auch die erwähnte schöne Abhandlung von Hannover, welcher diesen Gegenstand auf das Ausführlichste behandelt hat. Ich bedaure, dass ich diese Arbeit Hannover's nicht bei Zeiten erhalten habe, um bei diesen neuen so viel Sorgfalt erheischenden Untersuchungen davon Gebrauch machen zu können.

sichtbar würden, wegen ihres unmittelbaren Zusammenhanges. Diese Erklärungsweise findet eine entschiedene Stüze in der Gestalt des Bruchs, welchen die Stäbchen zeigen, wenn es auf mechanische Weise gelingt, sie zu brechen oder sie sich schon zerbrochen finden. Dieser Bruch nämlich geht immer quer gegen ihre Längenaxe, gerade wie der Bruch der gestreiften Primitiv-Muskelbündel quer durchgeht. Nun wissen wir aus einer gründlichen Arbeit von Bowman (1) und einem Versuche (saggio) Stadelmann's (2), dass die gestreiften Primitiv-Muskelbündel von über einander liegenden Flächen oder Scheiben (welche selbst wieder aus einer unzähligen Menge der feinsten Körnchen bestehen) gebildet werden. Diese Scheiben bedingen vermöge ihrer Zwischenräume das Ansehen von Querstreifen an dem primitiven Muskelbündel, somit muss der Bruch dieser Bündel, welcher aus der Ablösung jener Flächen hervorgeht, nothwendig auch quer durchgehen. Auf gleiche Weise verhält sich's eben bei den Stäbchen der Jakob'schen Membran, an welchen, wie bereits erwähnt, sich äusserst feine Querstreifen wahrnehmen lassen, sobald das Wasser oder andere Flüssigkeiten ihre Bestandtheile von einander abzulösen beginnen. Daraus geht hervor, dass diese aus eben so vielen über einander liegenden Scheiben bestehen müssen, wie dies also die Erscheinungen unter dem Mikroskop beweisen und wie es ferner aus dem Bruche der Stäbchen selbst einleuchtet, welche auch

---

(1) *On the minute structure and movements of voluntary muscles*, nelle *Philosophical Transactions*. London 1840. pag. 457.

(2) *Sectiones transversae partium elementarium corporis humani*. Turici 1844.

ebenso wie jene Muskelbündel von einer Scheide (einer äusserst feinen, strukturlosen [amorfa] Membran) eingehüllt erscheinen. Ist aber nun die Materie, woraus die Stäbchen bestehen, auch wohl Nervenmaterie? Die Beziehungen und die Analogie dieser Stäbchen mit andern, alsbald zu beschreibenden Theilen werden wenigstens einigermassen Licht über eine Frage von so hoher Bedeutung zu verbreiten im Stande sein.

Zwischen den Stäbchen der Jakob'schen Membran finden sich andre, mehr weniger conische oder birnförmige Körper (*Fig. 10. n. m.*), welche zuerst von Treviranus beschrieben wurden, und welche Hannover seit dem Jahre 1840 unter dem Namen Zwillingszapfen unterschieden hat. Diese Körperchen finden sich in regelmässigen Zwischenräumen zwischen den Stäbchen der Jakob'schen Membran zerstreut bei den Säugethieren und Fischen; bei den Vögeln und Reptilien dagegen gelang es mir noch nicht, sie aufzufinden. Ihre Länge beträgt etwa zwei Drittheil von der der Stäbchen, aber ihr Querdurchmesser ist drei- oder viermal grösser. Beim Menschen fand ich ihre Länge = 0,0156 und ihr Querdurchmesser betrug an der breitesten Stelle 0,0093. Um ihre Lage zwischen den Stäbchen zu sehen, darf man nur die Retina der Fläche nach auf ihrer äussern oder convexen Seite betrachten. In dieser Lage haben wir die Jakob'sche Membran vor Augen, deren Stäbchen sich mit ihrem äussersten Ende darstellen unter der Form von eben so vielen äusserst kleinen durchsichtigen Scheiben, zwischen welchen in regelmässigen Zwischenräumen deren grössere auftreten, die eben an die Zwillingszapfen stossen.

Die Zwillingszapfen kommen, wie es ihr Name besagt, öfter paarweise vereinigt vor, das heisst zwei von

derselben Art mit einander vereinigt, wie man es gewöhnlich bei den Fischen trifft, (*Fig. 10. C. n, m*), wo bald zwei dieser Zapfen einfach aufeinander gelagert sind und sich berühren (*C. n*), bald wirklich miteinander verbunden und an dem Ende, welches an die Choroidea stösst, in einen einzigen verschmolzen sind (*C. m*). Allein bei den Säugethieren und insbesondere beim Menschen fand ich, dass am öftesten einer dieser Zapfen durch eine Vereinigung mittelst des äussern Endes mit einem gewöhnlichen Stäbchen sich kuppelt (*Fig. 10. B.*) wodurch in diesem Falle eher verschiedenartige, als zwillingsartige Paare entstehen. Uebrigens kommt es auch häufig sowohl bei den einen, als bei den andern Wirbelthieren vor, dass man diese Zapfen nicht auf irgend eine Weise mit andern Zapfen oder Stäbchen verbunden findet. Die wichtigste Thatsache, die wir hieraus entnehmen können, ist jedenfalls die unbestimmte Verbindung (la unione indifferente) bald zweier Zapfen unter sich, bald eines Zapfens und eines Stäbchens, worin denn auch der Beweis liegt, dass die Zapfen und die Stäbchen zwei sehr wenig verschiedene und vielleicht in ihrer Substanz selbst identische Gebilde sind, die sich mehr nur in ihrer äussern Form als sonst irgend von einander unterscheiden. Die Zapfen wären demnach nur eine Umbildung der Stäbchen, oder umgekehrt, was noch durch die Beobachtung bestätigt wird, dass das äussere Ende vieler Zapfen einen Theil eines gewöhnlichen nicht weiter modifizirten Stäbchens darstellt. (*Fig. 10. B. C.*)

Diese Erklärungsweise kann gewissermassen dahin führen, die Bedeutung der Stäbchen zu finden, wenn man jene der Zapfen bestimmen kann. Mir scheint es nun, dass, abgesehen von der Form, die Zapfen viele

Aehnlichkeit mit den Nervenzellen haben. Während nemlich an einer ganz frischen Retina die Zapfen gerade so wie die Nervenzellen sich sehr durchsichtig und glatt zeigen, wie sie Henle beobachtet hat, so erscheinen sie dagegen, wenn man sie einige Stunden nach dem Tode untersucht oder mit Essigsäure behandelt, körnig wie die Nervenzellen, und ebenso wie an diesen löst auch die Endosmose eine äusserst zarte oberflächliche und amorphe Membran (*Fig. 10. C n.*) ab, auf deren innerer Fläche die feinsten Granulationen abgelagert sind, welche man bei den Nervenzellen sowohl als auch bei den Zapfen antrifft. Nimmt man diese Anhaltspunkte für eine Analogie zwischen den Nervenzellen und den Zapfen, sowie zwischen den Zapfen und den Stäbchen als gültig an, so können wir behaupten, dass die Jakob'sche Membran wirklich nervenartiger Natur sei und einen integrirenden Theil der Retina ausmache, was von einer Seite her noch bezweifelt wurde. Uebrigens liegt in den folgenden Beobachtungen noch eine Bestätigung dieser Erklärungsweise.

Sowohl die Stäbchen als die Zapfen tragen ein jedes an seinem innern Ende rundliche Körperchen (*Fig. 10. e, e, e*) angeheftet, mit einem Durchmesser, der zwischen dem der Nervenkerne (der vierten Schichte) und dem der Nervenzellen (der zweiten Schichte) in der Mitte steht. Sie haben ganz das Ansehen der leztgenannten und bilden, wie wir schon sagten, das Ergänzungs-Stratum (stratificazione complementaria) der vierten Schichte. (*Fig. 6. 7. E.*) Diese Körperchen, welche sich bei allen Wirbelthier-Klassen finden, lösen sich leicht von der vierten Schichte ab und bleiben dann mit den Stäbchen oder Zapfen

vereinigt, lösen sich jedoch auch oft noch von diesen ab. Dessen ungeachtet wird offenbar durch sie eine materielle Nerven-Verbindung zwischen der Jakob'schen Membran und dem übrigen Theil der Retina hergestellt; ja ihre Struktur lässt sogar vermuthen, dass sie einen Uebergang von den erwähnten ganglienartigen Gebilden (Nervenkernen, vierte Schichte; Nervenzellen, zweite Schichte) zu den eigentlichen und specifischen Formen der Zapfen und Stäbchen bilden.

Beim Menschen sind diese runden Körperchen, welche das Ergänzungs-Stratum der vierten Schichte bilden, mehr weniger durchsichtig und unendlich feinkörnig, wie die Nervenzellen; ebenso verhält sich's beim Wassersalamander, während ich sie in der Retina des Ochsen völlig durchsichtig und ohne Granulationen fand. Dieser Unterschied rührt wahrscheinlich von Veränderungen her, welche wir schon bei den Nervenzellen der zweiten Schichte angegeben haben. Weil diese runden Körperchen, welche an die Stäbchen oder an die Zapfen angeheftet sind, einen grössern Durchmesser haben als die Stäbchen, so ist es natürlich, dass diese leztern, welche unter sich parallel verlaufen, wechselseitig einen gewissen Abstand von einander beobachten, wie ich sie auch in der schematischen Figur (*Fig. 12. F.*) dargestellt habe; der hiebei entstehende Zwischenraum ist vermuthlich mit einem durchsichtigen Plasma erfüllt, das vielleicht zu ihrer Ernährung bestimmt ist.

Auch am andern Ende der Stäbchen, welches mit der Choroidea in Verbindung steht, sieht man gewöhnlich ein mehr weniger grosses Körperchen oder Kügelchen. Dies Kügelchen, welches wir Endkügelchen (globulo terminale) nennen wollen, unterscheidet

sich von dem Stäbchen, dem es angehört, theils durch eine quergehende Scheide-Linie, theils durch einen grössern Durchmesser als der des Stäbchens, sowie durch eine mehr weniger verschiedene Farbe. Beim Menschen ist dies Endkügelchen selten zu sehen, weil es sich weder in der Farbe, noch im Durchmesser vom Stäbchen unterscheidet, während gewöhnlich auch die quergehende Scheidelinie kaum unterscheidbar ist, so dass dieses Kügelchen gleichsam das Ansehn eines Bruchstücks des Stäbchens darbietet, mit welchem es aber noch zusammenhängt. Nicht so zweifelhaft dagegen ist dessen Vorhandensein in der Retina des Ochsen und der aller Vögel. Beim Ochsen ist dies Kügelchen länglich und dessen Querdurchmesser noch viel bedeutender als der der Stäbchen, nemlich = 0,0026, während seine Länge 0,0035 beträgt. Bei den Vögeln ist das Endkügelchen vollkommen rund, und obwohl es einen eben so grossen oder wenig kleinern Durchmesser hat als die Stäbchen, so unterscheidet es sich dennoch sehr gut von ihnen, weil es gewöhnlich lebhaft roth oder gelb gefärbt ist, während allerdings viele darunter auch ganz farblos sind.

Beobachtet man die Retina der Fläche nach (in piano) auf ihrer äussern oder convexen Seite bei den Vögeln, so sieht man, dass die farbigen Endkügelchen regelmässig vertheilt sind, so dass sie in ihrer Anordnung fünf- oder sechseckige Polygone bilden, gerade wie die Pigmentzellen, während immer die Mitte (l'area) des Polygons von farblosen Endkügelchen eingenommen wird. Jede Seite jener Polygone wird von drei oder vier solcher farbigen Kügelchen gebildet, wogegen das Centrum von fünf oder sechs jener farblosen besezt ist. Jede Pigmentzelle

passt genau auf je eines dieser Polygone, wornach also die gefärbten Kügelchen vollkommen mit der polygonalen Peripherie der Pigmentzellen correspondiren, während die ungefärbten dem Centralfleck (area) oder der Innerseite der nämlichen Zellen gegenüberliegen.

Auf ähnliche Weise scheinen bei den Säugethieren und Fischen die Stäbchen um die Zapfen her angeordnet zu sein, indem das äusserste Ende der Zapfen dem Centralfleck der Pigmentzellen und das äusserste Ende der Stäbchen der polygonalen Peripherie eben jener Zellen gegenüberliegt.

Die Pigmentzellen bei den Vögeln schicken an ihrer Peripherie kurze Fortsäze ab, und zwar längs einer kleinen Strecke jener Stäbchen, welche eben dieser Peripherie gegenüberliegen. Diese Fortsäze bilden so eine Art von Scheiden (*Fig. 6. 7. g.*), worin das äussere Ende der Stäbchen mit farbigen Endkügelchen enthalten ist; die andern Stäbchen dagegen mit farblosen Endkügelchen entsprechen dem Centralfleck der Zellen und besizen daher kein solches Bruchstück einer Pigmentscheide. Uebrigens ist die theilweise Einhüllung vieler Stäbchen in Pigmentzellen offenbar das Verbindungsglied der Retina mit der Choroidea bei den Vögeln; nur weiss man nicht, auf welche Weise sich diese beiden Theile bei den andern Wirbelthieren miteinander verbinden, wenn es nicht etwa mittelst eines Fädchens geschicht, womit die Endkügelchen der Stäbchen versehen sein und welches sich nach Pappenheim und Hannover an die Pigmentzellen anheften soll.

Nachdem wir nun die fünf Schichten, aus welchen die Retina der Wirbelthiere zusammengesezt ist, im Einzelnen beschrieben haben, müssen wir jezt diese Schichten in ihrer Gesammtheit und ihrer Begrenzung

oder Ausdehnung betrachten; deshalb will ich noch in einigen Zeilen mittheilen, was ich bezüglich des Foramen centrale retinae beim Menschen zu beobachten Gelegenheit hatte. Meinen Untersuchungen zufolge besteht dieses Loch in dem stellenweisen Fehlen aller dieser fünf Schichten, indem das Loch gerade genau der Eintrittsstelle des Sehnerven in die Nezhaut der Kaninchen entspricht, wobei der Raum, den das Foramen centrale einschliesst, mit einer vollkommen durchsichtigen Feuchtigkeit angefüllt ist. Sein Umfang erscheint nicht ausgezackt oder unregelmässig, ausser wenn die Formelemente der angrenzenden Theile sich zu trennen beginnen. Es scheint mir ferner wahrscheinlich, dass im Umfang und in einer mehr weniger weiten Entfernung von diesem Loche sich die Endschlingen der Nervenfasern der ersten Schichte befinden, doch bin ich hierüber noch nicht im Reinen. Die *Macula lutea*, welche dieses Loch umgiebt, ist, wie schon früher erwähnt, völlig durch die dritte Schichte begrenzt.

Die Begrenzung der Retina an ihrem Umfange gegen die Ciliarfortsäze zu war bereits der Gegenstand so vielen Streitens, dass ich einige Untersuchungen darüber anstellen zu müssen glaubte, um wenigstens zu wissen, auf welche Seite ich mich schlagen sollte. Meinen Beobachtungen zufolge hören die erste, vierte und die fünfte Schichte da, wo sie mit den Ciliarfortsäzen zusammentreffen, ganz auf. An dieser Stelle nämlich gehen die Nervenfasern der ersten Schichte dem Ciliarkreise parallel, und es ist erstere von lezterem durch die Falte der Grenzmembran (*Fig. 7. I., Fig. 12. I.*) getrennt, was ich schon oben angegeben habe. Was die vierte und fünfte Schichte anbelangt, so nehmen sie nothwendigerweise am Ciliarkreise ein Ende, weil ihre

Dicke das gleiche Niveau hält mit der Dicke des Ciliarkreises selbst. Es bleiben also noch die zweite und dritte Schichte übrig; was wir bezüglich deren Verlängerung nach dem Ciliarkreise hin feststellen können, wollen wir hier anführen. Betrachtet man den Ciliarkreis in Verbindung mit einem Stück der Retina, nachdem leztere auf die gewohnte Weise und in der Richtung der Meridiane der Augenkugel umgeschlagen wurde, so sieht man zu allererst die Endigung der vierten und fünften Schichte, sowie auch der ersten, wenn man sehr aufmerksam ist; denn diese Schichte ist wegen ihrer Zartheit hier sehr schwer zu erkennen. Dann bemerkt man am Ciliarkreise und vorzugsweise in den Zwischenräumen der Ciliarfortsäze dicke Fasern oder Bündel undeutlicher Fasern, welche mit den Ciliarfortsäzen eine parallele Richtung haben. Um diese Fasern oder Faserbündel herum sieht man noch den N e r v e n z e l l e n der zweiten Schichte ähnliche Körperchen gruppirt. Es ist nun nicht schwer zu erkennen, dass diese dicken Fasern oder Faserbündel, welche in den Zwischenräumen der Ciliarfortsäze ihren Siz haben, den Zacken des Margo undulato-dentatus (ora serrata) der Retina entsprechen; ebenso ist klar, dass von diesen Zacken aus sich die Fasern der dritten Schichte verlängern, welche in regelmässiger und den Ciliarfortsäzen entsprechenden Zwischenräumen sich über den Ciliarkreis (sul cerchio cil.) hin erstrecken, begleitet von den N e r v e n z e l l e n der zweiten Schichte. Sofern die Formelemente der zweiten und dritten Schichte ihrer Natur nach in der Retina, wie gesagt, ein wahres Gangliensystem bilden sollten, so scheint es, als könnten diese Formelemente, welche sich über die Ciliarfortsäze und vielleicht noch bis zur Iris erstrecken, als sympathische

Verbindungen dienen, mittelst welcher diese Theile ohne Zweifel mit der Retina in Zusammenhang stehen.

Fasst man nun das zusammen, was ich oben über die feinere Textur der Retina auseinandergesezt habe, so wird man sich erinnern, dass wir sie aus fünf verschiedenen und auf folgende Weise zusammengesezten Schichten bestehend gefunden haben: Die erste Lage, gebildet aus weissen Nervenfasern, die in eine Schlinge ausgehen; die zweite aus einer einzigen Lage (piano) von Nervenzellen gebildet; die dritte aus grauen Nervenfasern, welche in den Nervenzellen der vorhergehenden Schichte sich endigen; die vierte aus vier oder fünf Lagen von Nervenkernen, eigentlich eine Ergänzungsschichte von Körperchen, die den Nervenzellen der zweiten Schichte ähneln; die fünfte gebildet aus den Stäbchen und Zapfen der Jakob'schen Membran. Von diesen fünf Schichten haben wir jene zwei, welche von Fasern gebildet sind, vom Mittelpunkt der Retina nach deren Peripherie sich verdünnen sehen, während die andern Schichten eine gleichmässige Dicke beibehalten. Wir haben gefunden, dass beim foramen centrale in der menschlichen Nezhaut alle fünf Schichten betheiligt sind, während die macula lutea als nur der dritten Schichte angehörig nachgewiesen wurde, welche in ihrer übrigen Erstreckung eine eigenthümliche Farbe besizt. Endlich haben wir gesehen, dass die erste, vierte und fünfte Schichte am Ciliarkreise aufhören, während die Formelemente der zweiten und dritten sich über den Ciliarkreis und vielleicht noch auf die Iris (sulla iride) ausdehnen.

Ohne viel Gewicht auf die absoluten Messungen zu legen, welche wir deshalb an diesen fünf Schichten vorgenommen haben, um daraus ihre relativen

Dimensionen zu bestimmen, welche leichter aufzufinden und von grösserer Bedeutung sind, so glaube ich dennoch, dass es nicht ganz unnüz sein möchte, die Dicke der fünf Schichten, wenigstens bei der menschlichen Retina, vorauszuschicken, wo wir folgende Dimensionen gefunden haben:

1ste Schichte		=	0,0100	Millimètre.
2te	-	=	0,0186	-
3te	-	=	0,0457	-
4te	-	=	0,0496	-
5te	-	=	0,0246	-

Die Summe dieser fünf Maasse, welche die ganze und mittlere Dicke der menschlichen Nezhaut darstellen, beträgt an einem excentrischen Punkte des hintern Segments der Augenkugel 0,1485. Dieser Werth kann wohl, ohne weit zu fehlen, auf die zwei ersten Dezimalzahlen reduzirt werden, nämlich = 0,14, besonders wenn man auf die kleine Dehnung Rücksicht nimmt, welche durch den Druck der beiden Gläser, wenn er auch noch so sanft und allmälig angewandt wird, auf den umgeschlagenen Rand der Nezhaut stattfindet. So viel beträgt also das absolute Maass der mittlern Dicke der Retina beim Menschen an einer excentrischen Stelle des hintern Segments der Augenkugel; allein nach dem, was wir gesagt haben, muss dies Maass grösser oder kleiner werden, je nachdem man es mehr in der Nähe vom Mittelpunkt oder von der Peripherie der Nezhaut selbst untersucht; nur kann der Unterschied auf keinen Fall grösser sein als einige Hundertels Millimètre, da derselbe von dem allmäligen Dünnerwerden der zwei einzigen Nervenfaser-Schichten abhängt.

Da die Wichtigkeit einer Thatsache, wenn dieselbe nicht schon unmittelbar für sich klar ist, aus ihrer All-

gemeinheit oder aus dem gleichzeitigen Vorhandensein anderer als wichtig anerkannter Thatsachen sich ergeben muss, so erachtete ich für nöthig, die Ausdehnung zu bestimmen, welche der von mir beschriebene Typus der feinern Textur der Nezhaut durch das Thierreich hindurch zeigt, um daraus die ihm beizulegende Bedeutung abnehmen zu können. Man wird bereits bemerkt haben, dass ich diesen Typus in allen Klassen der Wirbelthiere gleichsam ohne einen Unterschied beschrieben habe, indem sich keine wahrhaft wesentlichen Unterscheidungs-Merkmale bei irgend einer Species derselben vorfanden, und es würde auch jezt nicht nöthig sein zu wiederholen, dass dieser Typus sich in allen jenen Klassen gleichbleibt.

Allein da ich in vielen Fällen nur ein paar species erwähnt und es auch unterlassen habe, irgend eine Unter-Klasse besonders zu unterscheiden, so muss ich nun erklären, dass ich nur jene gewöhnlichen Arten besonders genannt habe, bezüglich welcher ich bei zahlreichen Beobachtungen auch Messungen der verschiedenen Schichten der Retina und ihrer Elemente anstellen konnte. Ueberdies habe ich viele andre Arten von Wirbelthieren untersucht und hiebei nicht ermangelt, unter ihnen vorzüglich auch solche aus den zwei Unterabtheilungen der Reptilien, (eigentliche Reptilien und Amphibien) und der Fische (Osteopterygii und Chondropterygii) zu wählen; sehr wünschenswerth wäre es mir gewesen, auch die Retina der Cyclostomen, jener niedersten aller Wirbelthiere zu untersuchen. Sofern nun also die verschiedenen zoologischen Classificationen, welche täglich der Vervollkommnung entgegengehen, irgend welchen Nuzen bringen, so werden wir nicht läugnen können, dass in

der Voraussezung der Genauigkeit meiner Beobachtungen die Textur der Nezhaut typisch die gleiche bei allen Wirbelthieren sei. War nun aber denselben dieser Typus der Textur zuerkannt, so erschien es auch passend nachzuforschen, ob er sich wenigstens bei den höhern wirbellosen Thieren wiederfinde. Zu diesem Behufe habe ich meine Forschungen über einige höher stehende Arten aus den grossen Abtheilungen der Mollusken und der Gliederthiere ausgedehnt.

Unter den Mollusken habe ich zu diesem Zwecke die Sepia officinalis gewählt. Bevor ich jedoch in das Detail über die Textur der Retina dieses Thieres mich einlasse, muss ich einige Bemerkungen über die Struktur des Auges bei dieser Species vorausschicken, welche deswegen unumgänglich sind, weil ein morphologisches Element, welches bei den Wirbelthieren der eigentlichen sogenannten Nezhaut angehört, bei dieser Species der Mollusken sich an der Uebergangsstelle der Fasern des Sehnerven befindet und nicht erst in der eigentlichen Retina.

Die Augenkugel der Sepia ist von einer Membran begrenzt, welche zum Theil das Ansehen und die Eigenschaften (rapporti) der Sclerotica, theils die der Choroidea darbietet. Da es nicht in unserer Absicht liegt, diese Frage genau zu erörtern, so gehen wir sogleich zu der Bemerkung über, dass diejenigen Nervenfasern, welche aus dem grossen Augenganglion hervorkommen, durch viele Stellen jener Membran, welche wir mit Carus und Krohn als Sclerotica betrachten wollen, in die Augenkugel eindringen. Nachdem diese Fasern durch die Sclerotica hindurchgetreten sind, bilden sie mit andern Formelementen eine starke Nervenschichte von ganglienartigem Ansehen, welche an der

innern Seite der Sclerotica selbst sich anlegt; es ist diese Nervenschichte, wie ich glaube, noch von keinem Anatomen bis jezt angegeben worden. Geht man weiter gegen den Mittelpunkt der Augenkugel, so folgt auf diese Nervenschichte eine dicke, weiche, schwarze Pigmentschichte, und nach dieser kommt die eigentliche Nezhaut, welche mit der hyaloidea in Berührung steht. Die eigentliche Retina erscheint, wenn das Thier seit zwei oder drei Tagen todt ist, als gleichsam unabhängige Membran, indem sie sich in ihrer ganzen Ausdehnung von dem Pigmente, welches dieselbe von aussen bedeckt, ablöst, so dass, während nur ein wenig von diesem Pigmente an der äussern oder convexen Seite der Retina hängen bleibt, der grösste Theil desselben an seiner Stelle verharrt, und jene Nervenschichte bedeckt, welche an der innern Seite der Sclerotica anhängt. Diese leztere Nervenschichte hat eine grosse Ausdehnung, und von ihr gehen die Nervenfibrillen aus, welche die Pigmentschichte durchdringen, um hernach die Retina zu bilden. Nachdem ich dies vorausgeschickt, will ich nun die histiologischen Beobachtungen mittheilen, welche ich angestellt habe.

Schlägt man ein Stück der Retina nach der Methode um, die ich bei den Wirbelthieren angewandt habe, so kann man ihre Beziehungen, ihre Dicke, Farbe und ihre complicirte Textur studiren. Man sieht dann die Nezhaut an ihrer innern Seite von der membrana hyaloidea begrenzt, indem sich keine deutliche Membran vorfand, die jener entspräche, welche ich bei den Wirbelthieren die Grenzmembran nannte, so dass diese zwei Membranen bei dieser betreffenden Species wenigstens nur eine zusammen bilden, und ihre Dicke beträgt hier 0,0046. Auf ihrer äussern oder convexen Fläche

ist die Retina von Pigmentzellen begrenzt, von denen einige, wie wir sehen werden, sich eine kleine Strecke weit in ihre Dicke hinein verlängern (si prolungano nella sua spessezza).

Die Dicke der Retina bleibt sich in ihrer ganzen Ausdehnung gleich, variirt jedoch je nach der Grösse der verschiedenen Individuen dieser Species von Weichthieren. In einer Sepia von 20 Centimètres vom Kopfe bis zum Hinterende des Körpers betrug die Dicke der Retina 0,2751, während bei einem andern Individuum von 11 Centimètres jene Dicke = 0,1922 war. Die Farbe der Retina ist wegen ihrer grossen Durchsichtigkeit schwer anzugeben, jedoch durch Behandlung mit Wasser wird sie undurchsichtig und zeigt die Farbe des rothen Weins, welche später bei Behandlung mit Hydrochlorsäure oder Essigsäure sich ins Gelbe zieht. Ihre complicirte Textur (tessitura complessa) zeigt sich vollkommen deutlich bei einem mässigen Grade der Compression und erscheint alsdann deutlich fasrig im Bereich ihrer Dicke (nel senso della sua spessezza) (*Fig. 13. A.*) wodurch hiemit die Anordnung und Richtung ihrer Formelemente angegeben ist.

Bei diesem Typus der Textur erscheinen nicht wie bei den Wirbelthieren eigenthümliche Schichten; nur gegen den freien Rand des Umschlags hin zeigt sich statt der fasrigen Struktur eine unbestimmt gefaltete Anhäufung von mehr weniger grossen Bläschen (*B*), die mit andern unkenntlichen Theilen verworren gemengt sind (1).

(1) Ich zweifle nicht daran, dass man bei ganz frischen Thieren eine regelmässige Schichte von Bläschen oder sonstigen Körperchen wird die innere Oberfläche der Retina bei diesen Thieren bil-

Um die Formelemente, aus welchen die Retina besteht, genau zu sehen, darf man dieselbe nur in Bruchstücke zerlegen, indem man sie nach der Richtung ihrer fasrigen Struktur theilt, und wenn man sie zu diesem Behufe nur kurze Zeit im Wasser hält, so geht ihre Zersezung so leicht vor sich, dass wenn man ein Stückchen davon in einen Tropfen Wasser wirft, dasselbe vollständig in mehr weniger gehäufte oder isolirte Fasern zerfällt.

Bekommt man die Fasern isolirt (*Fig. 14.*), so erscheinen sie breitgedrückt (schiaccate), und bieten das Ansehen von ebensoviel Bändern oder Streifen mit dicken und aufgeworfenen Rändern dar; deshalb merkt man bald, dass alle diese Fasern aus einer Vereinigung je zweier sehr zarten Fasern hervorgehen, welche von einer äusserst feinen Membran zusammengehalten werden. Wir wollen die erstern »Doppel-Fasern« die leztern einfache oder »Elementarfasern,« nennen.

Die Doppelfasern biden die gesammte Nezhaut; sie haben immer eine gerade Richtung, deshalb kommt auch ihre Länge genau der Dicke der Nezhaut gleich. Ihre Breite richtet sich nach dem grössern oder geringern Abstand, in welchem sich die beiden einfachen Fasern von einander befinden, darum wechselt diese Breite zwischen 0,0050 und 0,0030. Der Durchmesser

---

den sehen, wie man dies aus den nachfolgenden Beobachtungen schliessen kann. Da ich aber den grössten Theil dieser Untersuchungen im September während meines Aufenthaltes in Pistoja machte, so konnte ich mir wegen der nicht geringen Entfernung vom Meere nur Sepien, die schon viele Stunden todt waren, verschaffen. Ich bitte um Berücksichtigung dieses Umstandes bei denen, die unter bequemern Verhältnissen diese Untersuchungen wiederholen können, zumal wenn sie das Thier im Augenblicke nach dem Tode sollten zur Untersuchung bekommen.

der einfachen Fasern beträgt 0,0010. Um eine Doppelfaser zu bilden, werden zwei einfache Fasern mittelst einer äusserst zarten durchsichtigen und amorphen Zwischenmembran mit einander verbunden, innerhalb welcher — eigentlich im Zwischenraume der zwei einfachen Fasern, — zuweilen Zellenkerne (*C, E*) zu sehen sind; solche Kerne sieht man jedoch nicht leicht, ausser bei sehr breiten Doppelfasern. Ueberdies sieht man auf der Oberfläche dieser Fasern (*A, B*) winzig kleine Körperchen angeheftet, welche sich sehr leicht ablösen und in ziemlich grossen Zwischenräumen abwechselnd bald auf der einen, bald auf der andern Seite der Faser, bald auf deren Mitte liegen. Der Durchmesser dieser Körperchen beträgt 0,001. Da sie das Licht stark brechen, so erscheinen sie bei einer 467fachen diametralen Vergrösserung undurchsichtig, bei 584facher zeigen sie im Mittelpunkt eine durchsichtige Stelle, und bei 240facher ein dunkles Centrum und einen hellen Umriss; sie sind demnach vollkommen durchsichtig.

Die zwei einfachen Fasern, welche die Doppelfaser bilden, vereinigen sich an dem entsprechenden Ende auf der concaven Oberfläche der Nezhaut zu einer Schlinge. Diese Schlinge erscheint zuweilen eng und geschlossen wie die Endschlingen der ersten Schichte bei den Wirbelthieren (*A. B. Fig. 14*), gewöhnlich jedoch sieht man sehr weite Schlingen, welche einen vollkommen regelmässigen Kreis beschreiben (*C, D, E, F*); lezterer umgibt ein ganz durchsichtiges Bläschen, das zuweilen im Innern einen Kern zeigt (*D, E*). Bisweilen bemerkt man im Verlauf einer Doppelfaser eine kreisförmige Anschwellung der beiden einfachen Fasern, welche dann an dieser Stelle eben ein solches Bläschen (*E*) in sich fassen. Die Endbogen (runden Endschlingen),

und die Bläschen, welche sie enthalten, entsprechen der innern oder concaven Seite der Retina. Zwischen diesen rundlichen Gebilden sieht man noch viele andere dergleichen, welche unmittelbar vom Wasser zerstört werden. Diese leztern Gebilde zeigen bei Behandlung mit Essigsäure ausser einem Kern und Kernkörper noch eine körnige Substanz, welche ihnen ganz das Ausehen der Nervenzellen der Wirbelthiere verleiht. Diese Körperchen hängen noch an dem innern Ende der Doppelfasern, von welchen sie sich leicht ablösen. Es schien mir, als ob diese Körperchen sowohl, wie die in den Endbögen enthaltenen Bläschen, welche sich nebeneinander auf der Innenfläche der Nezhaut finden, ein und dieselben Gebilde seien, welche sich nur durch einen verschiedenen Grad in der Entwicklung unterscheiden würden; es lässt sich dies jedoch nicht mit Gewissheit entscheiden, ausser durch Untersuchung der Retina an dem eben getödteten Thiere.

Der Durchmesser dieser beiden kugligen Gebilde wechselt nicht blos von Natur aus, sondern auch in Folge der grossen Neigung zur Endosmose, und zwar zu der nach dem Tode eintretenden sowohl, als auch zur zufälligen; demnach sah ich ihn auch zwischen 0,0123 und 0,0210 variiren. Da sich durch die Endosmose der Durchmesser der in den Endbogen enthaltenen Bläschen vergrössert, so kommt es zuweilen vor, dass diese an einer Stelle zerreissen.

Das entgegengesezte Ende der Doppelfasern der Retina ragt in die Pigmentschichte hinein. Jede Doppelfaser zerfällt dann in zwei einfache Fasern (*F*), welche durch die Pigmentschichte sich hindurchbegeben, um in die Ganglienschichte zu dringen, welche wir bereits an der innern oder concaven Seite der Sclerotica kennen gelernt haben.

Die Pigmentschichte wird von einer unzähligen Menge von Pigmentzellen gebildet. Jene, welche der Retina zunächst liegen, haben eine halbmondförmige Gestalt (*Fig. 13. C.*), und sind auf ein durchsichtiges Bläschen aufgesezt, während die andern mehr weniger unregelmässig rund oder polyedrisch sind. Die halbmondförmigen Pigmentzellen bilden jedenfalls Uebergänge zu andern Pigmentzellen, welche länglich sind und längs der Doppel-Nervenfasern an der der Pigmentmasse zugekehrten Stelle angeheftet sind.* Die Anordnung dieser leztern Zellen erinnert an die scheidenartigen Verlängerungen der analogen Pigmentzellen bei den Vögeln, wo solche Scheiden das äussere Ende der Stäbchen der Jakob'schen Membran umfassen; auf der andern Seite bilden sie gleichsam die Vorbereitung zum Zerfallen der Retina in ebensoviel secundäre Retinae, wie wir secundäre corneae in dem Auge vieler Gliederthiere finden.

In der Masse des Pigments, zwischen den Pigmentzellen findet sich ausser den Elementar-Nervenfasern, welche von der Ganglienschichte nach der Retina gehen, noch eine ausserordentlich grosse Menge von rundlichen oder eckigten kernartigen Körperchen (*Fig. 13. C*). Diese Körperchen haben alle Charaktere jener, welche die vierte Schichte in der Nezhaut der Wirbelthiere bilden, sie sind nämlich noch mit einem Kernkörperchen (nucleolo) und zuweilen deren zwei versehen, und bei einigen wenigen unter ihnen ist eine körnige Substanz auf ihrer Oberfläche abgelagert, so

---

[* Diese Stelle wird verständlicher durch Vergleichung der Fig. 13 und der hiezu gegebenen Erklärung].

dass sie dadurch gleichsam in Nervenzellen übergehen. Der Durchmesser jener Kerne (nuclei) ist viel weniger veränderlich als bei den andern kugligen Gebilden; er beträgt nämlich in der Regel 0,0063. Man bemerkt zuweilen, dass diese Kerne an Nervenfasern anhängen, welche zur Retina gehen, allein in der Dicke der eigentlichen Retina finden sich keine derselben. Ihre Anzahl ist unendlich gross in der auf der Innenseite der Sclerotica gelegenen Ganglienschichte, doch finden sie sich reichlicher in dem Theil dieser Schichte, welcher an das Pigment stösst, als in jenem Theil, der an die Sclerotica grenzt, woselbst vielmehr die Nervenfasern vorherrschen. Auf gleiche Weise scheint das grosse Augen-Ganglion, welches ausserhalb der Augenkugel liegt, fast einzig aus Nervenfasern und diesen kernartigen Körperchen gebildet zu sein. Bezüglich der Retina der Gliederthiere endlich hatte ich neulich Gelegenheit mich zu überzeugen, dass ihre Struktur auf dem nämlichen Typus beruhe, wie bei jener der Cephalopoden in diesem Sinne, nämlich dass ihre Fasern nach der Richtung ihrer Dicke verlaufen, wie bei den Cephalopoden, und nicht nach der Richtung der Breite, wie bei den Wirbelthieren. Somit stehen sie umgekehrt in der Richtung der Augenachse (rivolte nella direzione dell' asse ocul.) und ist deshalb ihr peripherisches Ende vorzugsweise dem Einflusse des Lichtes ausgesezt. Die Species, welche ich mir in dieser Gruppe des Thierreichs vorzugsweise ausersah, ist die gemeine Fliege (*Musca domestica*). Bei ihr sieht man die für die Nezhaut bestimmten Nerven-Fasern von den Seiten des grossen Hirnganglions entspringen, eine dicke Pigmentschichte durchdringen, und dann sich paarweise vereinigen, wie bei den

Cephalopoden, um die Retina zu bilden. Indem diese Fasern sich also verbinden, bilden sie eine Doppelfaser, welche in eine enge und geschlossene Schlinge ausläuft. Der Durchmesser einer einfachen Faser ist = 0,0025, der einer Doppelfaser = 0,0077, so dass die beiden einfachen Fasern durch einen Zwischenraum von einander getrennt sind, der beinahe ihrem Durchmesser gleichkömmt. Ihre Länge ist sehr beträchtlich, und sie zeigen im Verlaufe ihrer paarweisen Verbindung eine gelbe Farbe, welche sehr für die Richtigkeit von Melloni's Ansichten spricht. Ueberdies sind die Doppelfasern von einer Hülle aus körniger Substanz umgeben, welche jener vollkommen gleicht, woraus das grosse Hirnganglion gebildet ist. Endlich ist jede Doppelfaser noch mit einer, bei den verschiedenen Gliederthieren mehr weniger vollständigen Pigmentscheide umgeben, welche, wenn sie, wie bei Musca, vollständig ist, eine Choroidea um jede Doppelfaser bildet; leztere stellt dann eine eigene Retina dar, welche je einer besondern Cornea entspricht und so entstehen die zusammengesezten Augen vieler Gliederthiere. Sind die Pigmentscheiden nicht vollkommen, so behält die Retina die Individualität ihrer Funktion bei, wie dies die einzige gemeinsame Cornea, die ihr entspricht, beweist; dies ist nämlich der Bau der einfachen Augen bei den andern Gliederthieren. *

[* Es ist übrigens längst bekannt, dass nicht bei den einen Gliederthieren ausschliesslich zusammengesezte, bei den andern ausschliesslich einfache Augen vorkommen, wie man dies aus obigen Zeilen meinen könnte, sondern dass gerade bei der grössten Gruppe derselben, bei den Insekten, äusserst häufig zwei zusammengesezte oder sogenannte Nezaugen mit mehreren einfachen oder Nebenaugen zusammen vorkommen, während wir bei den Arachniden stets

Verlangt man nun eine vergleichende Zusammenstellung zwischen dem Typus der Retina der Cephalopoden oder Gliederthiere und jener der Wirbelthiere, so muss ich vor Allem darauf aufmerksam machen, dass die Nezhaut der erstern nur eine einzige Art von Nervenfasern enthält. Es scheint, dass diese Fasern vermöge der Form ihrer Endigung in eine Schlinge jenen der ersten Schichte bei den Wirbelthieren entsprechen, während sie vermöge ihres Baues und ihrer Beziehungen eher auf jene der dritten Schichte passen würden. Die zweite Schichte bei den Wirbelthieren finden wir hier vertreten durch jene Anhäufung von Körperchen, welche wir auf der concaven Seite der Retina der Cephalopoden sahen. Was die vierte Schichte der Wirbelthiere anbelangt, so ist sie offenbar repräsentirt durch die ausserordentlich zahlreichen Nervenkerne, welche sich bei den Cephalopoden an verschiedenen Stellen des Verlaufs der Sehnerven finden, einmal an der Pigmentschichte, dann wie wir gesehen haben in der Ganglienschichte, welche auf der concaven Seite der Sclerotica liegt, und endlich im grossen Hirnganglion. Ich will mich zwar nicht darüber aussprechen, ob bei den Cephalopoden Formelemente, analog jenen der Jakob'schen Membran vorkommen oder nicht, da man zu diesem Behufe ganz frische Thiere haben muss; es könnten jedoch im negativen Falle als analoge Elemente jene durchsichtigen Bläschen angesprochen werden, an welchen einige halbmondförmige Pigmentkörperchen angelagert sind, wie wir sie schon unmittelbar auf der äussern oder convexen Oberfläche der Retina bemerkt

---

einfache, bei den Crustaceen bald einfache, bald zusammengeseszte Augen mit glatter oder facettirter Hornhaut antreffen.]

haben. Es stehen wenigstens sowohl jene durchsichtigen Bläschen, als die Stäbchen der Jakob'schen Membran in unmittelbarer Berührung mit Pigmentkörperchen. Es folgt daraus, dass die Retina der Wirbelthiere auf die eigentliche Retina der Cephalopoden reduzirt werden kann, wenn man von der ersten, vierten und fünften Schichte der erstern abstrahirt, indem einige morphologische Elemente dieser Schichten entweder bei den Cephalopoden fehlen (die Stäbchen der Jakob'schen Membran), oder anderswo ihre Lage haben (die Nervenkerne) oder endlich weil die Eigenschaften einer Schichte, welche zu fehlen scheint, vermischt sind mit denen einer andern, welche wirklich vorhanden ist (dritte Schichte). Somit würden die zweite und dritte Schichte der Nezhaut der Wirbelthiere der eigentlich sogenannten Nezhaut der Cephalopoden entsprechen. Da nun aber die Richtung der Nervenfasern etwas davon abweicht, so muss ich zu bedenken geben, dass die Nervenfasern der Retina bei Wirbelthieren durch eine enge Stelle des hintern Segments der Augenkugel in das Auge eindringen, deshalb müssen sie, sobald sie ins Innere gelangt sind, nach der Breite der Retina ihre Richtung nehmen, um sich in eine Schichte oder eine Membran ausdehnen zu können. Bei den Cephalopoden dagegen dringen sie in die Augenkugel durch zahlreiche Punkte und auf einer viel grössern Oberfläche ein, so dass sie in der Augenkugel angelangt mit andern Elementen die Ganglienschichte bilden, die wir bereits auf der concaven Fläche der Sclerotica angegeben. Weil also hier die Nervenfasern von der ganzen Oberfläche dieser Schichte entspringen, um sich zur Bildung der Retina anzuschicken, so können sie auch ihre Richtung nicht nach der Breite nehmen, sondern

im Gegentheil nach der Dicke der Retina selbst; es hängt demnach, wie Jedermann sieht, der Unterschied in der Richtung der Nervenfasern lediglich von der Art und Weise ab, wie sie in die Augenkugel eindringen. Da bei einem gleichen Verhältnisse in der Dicke der Retina der Cephalopoden einerseits, und der zweiten und dritten Schichte der Wirbelthiere zusammengenommen andrerseits, die Nervenfasern der Retina der erstern in einer zu kleinen Erstreckung dem Einflusse des Lichts ausgesezt wären, so glaube ich, dass diesem Umstande die bedeutendere Dicke der Retina bei den Cephalopoden im Vergleich mit jener bei den Wirbelthieren zuzuschreiben sei, auch wenn man die fünf Schichten dieser leztern zusammennimmt. Ein ähnlicher Vergleich liesse sich zwischen der Retina der Gliederthiere und der Wirbelthiere anstellen. Da jeglicher Schluss, der bei gegenwärtigem Stande aus den dargelegten Thatsachen gezogen werden wollte, nur ein gewagter sein könnte, so müssen wir uns für jezt darauf beschränken, der Wissenschaft jene Errungenschaften zu sichern und deren neue noch zu sammeln, damit dereinst aus ihrer Gesammtheit die typische Grundform, auf welche jeder physiologische Schluss sich stüzen muss, gefunden werden könne. Wir wollen nun unterdessen im folgenden Abschnitte unsre Beobachtungen zu bestätigen suchen.

III. Kapitel.

Kritische Betrachtungen über die wichtigsten Untersuchungen, welche über die innere Struktur der Retina angestellt wurden.

Der Zweck dieser kritischen Betrachtungen ist der, erstens die wichtigsten Punkte nachzuweisen, in welchen meine Beobachtungen mit jenen der andern Beobachter übereinstimmen, damit daraus der Leser mit grösserer Zuversicht das entnehmen kann, was hier als das Sicherere gelten kann; zweitens, die Punkte anzugeben, wo Meinungsverschiedenheit obwaltet; jedoch könnten unter diesen Umständen meine Untersuchungen gerade nur soviel oder vielleicht noch weniger Werth haben, als die eines andern, wenn ich nicht gezeigt hätte, aus welchen Gründen sie davon abweichen mussten; folglich wird der Leser leicht ersehen können, auf wessen Seite die Wahrheit liege.

Ich habe demnach darauf gedacht, in einer Uebersicht die wichtigsten Untersuchungen durchzugehen, welche in der jüngsten Zeit über die feinere Textur der Retina angestellt wurden, in der Hoffnung, damit eine grössere Vollkommenheit für meine Arbeit zu erzielen, welche ohne eine passende Vergleichung mit dem, was früher darin geleistet worden war, gewissermassen unvollständig geblieben wäre. Bevor ich jedoch zur Sache selbst gehe, muss ich darauf aufmerksam machen, dass es zu einer geordneten Zergliederung der wichtigsten bis dahin unternommenen Arbeiten erforderlich ist, sie nach einem gemeinsamen Gesichtspunkte (termine) zurückzuführen; wir wollen sie deshalb auf den von uns beschriebenen Typus der Struktur zurückführen. Hiebei werden wir sehen, dass sowohl

die morphologischen Elemente der Retina, als auch die Schichten, welche dieselben bilden, sämmtlich mehr weniger bekannt waren, jedoch mit dem Unterschiede, dass jene, welche von einem Mikrographen gesehen worden waren, von einem andern unbemerkt geblieben oder geläugnet oder anders gedeutet worden sind, und umgekehrt.

Eine der begreiflichsten Veranlassungen zu diesen Meinungsverschiedenheiten ist die, dass man die Retina beobachtete, nachdem sie in unförmliche und unbedeutende Stücke zerlegt war, oder dass man sie der Fläche nach betrachtete, ohne sie nach der Methode, die ich gewöhnlich anwandte, umzuschlagen. Deshalb wird man im erstern Fall wohl alle oder beinahe alle Formelemente, welche dieselbe zusammensezen, haben sehen können; da sie aber auf jene Weise zerstreut und von einander abgelöst werden, so konnten auch ihre gegenseitigen Beziehungen und ihre natürliche Aneinanderlagerung nur sehr unvollkommen bestimmt werden, und darum konnte auch die sogenannte Textur nicht gesehen werden, weil sie eben zerstört wurde. Im zweiten Fall nun, wo man die Retina der Fläche nach betrachtete, ohne sie umzuschlagen, mochte man die Formelemente auf die natürliche Weise neben einander liegend und in Schichten geordnet gesehen haben; einige dieser Schichten jedoch, welche äusserst zart und durchsichtig sind, mussten nothwendig ob anderer darunter- oder darüberliegenden Schichten verkannt werden, oder aber ganz unbeachtet bleiben, indem man die einen durch die andern hindurchsieht. Wenn wir daher den von mir beschriebenen Typus von den Darstellungen Anderer abweichen sehen, so werden wir immer darauf zurückdenken müssen, dass

dies in den eigenthümlichen Methoden begründet sei, die ich in die Praxis einführte, und so oft sich Gelegenheit darbot, auch beschrieb, damit meine Behauptungen Bestätigung finden möchten.

Bevor eine bestimmte Arbeit hierüber von Gottsche im Jahr 1834 (1) geliefert wurde, waren die Kenntnisse über den feinern Bau der Retina sehr ungenau. Nur Valsalva (2), Morgagni und Haller hatten die Eigenschaft der Nervenfasern an ihr erkannt, was zu der Ansicht führte, sie sei eine einfache Ausbreitung des Sehnerven; seit man diese gewonnen, hoffte man dann auch leichter die Art und Weise der Nervenendigungen daran zu sehen. Winslow war der Erste, welcher dagegen Zweifel erhob, dass die Retina, bei ihrer mehr als mittelmässigen Dicke, aus einer reinen und einfachen Ausbreitung des Sehnerven bestehe; man konnte also erwarten, dass ausser den Nervenfasern noch andere Elemente in ihre Struktur mit eingehen würden. Der Erste, welcher in der Retina mehr als eine Schichte unterschied, war Fontana im Jahr 1782, welcher eine Nervenfaser-Schichte von der Schichte der kernartigen Körperchen unterschied, ohne dieselbe jedoch von den übrigen Schichten zu trennen. Nachher entdeckte Jakob im Jahr 1818 eine andere Schichte, welches die nach ihm benannte Membran ist (Jakob'sche Membran oder unsre fünfte Schichte). Man stritt sich viel über die Natur dieser Membran und J. F. Meckel unter andern stellte sie den serösen Häuten gleich und

---

(1) [Müllers Archiv f. Anat. u. Phys. pag. 457. Ueber die Retina im Auge der Grätenfische.]

(2) [Vals. 1740. Morg. 1706 — 65. Haller 1745 — 80. Winslow. 1732.]

betrachtete sie als den Siz jener Verknöcherungen, welche zuweilen zwischen der Retina und der Choroidea vorkommen. Wir müssen jedoch mit Henle dem Leeuwenhoek das Verdienst zuerkennen, zuerst die Formelemente oder die Stäbchen der Jakob'schen Membran erkannt zu haben, eine Entdeckung, welche gewöhnlich Treviranus zugeschrieben wurde.

Um etwas positivere Resultate zu finden, müssen wir auf die jüngsten Zeiten übergehen. Ehrenberg (1) beschrieb im Jahr 1833 und 1834 die Retina auf eine so verwirrte Art, dass daraus deutlich die Unzulänglichkeit der von ihm dabei angewandten Methode hervorgeht. Es gebührt demselben jedoch das Verdienst, die Aufmerksamkeit der Mikrographen auf kleine Körperchen gelenkt zu haben, welche er an vielen Stellen des Nervensystems bei verschiedenen Thieren und besonders in der Retina nachwies, wo er sie in einer eigenen Schichte abgelagert fand (die Nervenkerne, welche unsre vierte Schichte bilden). Da er eine gewisse Uebereinstimmung in der Grösse zwischen diesen Kernkörperchen und den Blutkügelchen fand, so glaubte er daraus den Schluss ziehen zu können, dass dieselben zur Ernährung der Nerven dienen möchten; doch bald darauf zeigte Wagner (a) das Irrige dieser Ansicht. Uebrigens könnten wir uns nur äusserst schwer einen klaren Begriff von der Struktur der Retina nach Ehrenberg machen, indem er die wahre Retina hinter die Schichte der von ihm erläuterten Kernkörperchen

(1) [Poggendorff's Annalen. Bd. XXVIII. pag. 457. — Ehrenberg, Beschreibung einer auffallenden und bisher unerkannten Structur des Seelenorgans. Berlin 1836. 4. pag. 28. 35. 39.]

(a) [Burdach's Physiol. 1835. pag. 141.]

versezt und Blutgefässe durch diese Schichte hindurchgehen lässt.

Wir kommen nun bei Gottsche's Arbeit (1834) an, und da finden sich auf einmal drei Schichten sehr deutlich charakterisirt, aus welchen er die Retina bei den Chondropterygiern unter den Fischen zusammengesezt fand, nämlich die erste oder innere Schichte, gebildet aus den Fibrillen des Sehnerven; die zweite oder mittlere, von homogenem Ansehen, schien ihm von Querfasern gebildet zu sein, welche er jedoch etwas schwer darzustellen fand; da sie aber von Andern Bestätigung fand, so ward sie nach Gottsche, eigentliche Retina genannt; die dritte oder äussere, von Kügelchen gebildet. Jeder wird in diesen drei Schichten unsere erste, dritte und vierte Schichte erkennen. Die Jakob'sche Membran hält er für schleimhäutiger Natur und scheint sie nicht als einen Bestandtheil der Retina betrachtet zu haben. Zwei Jahre später in einer zweiten Arbeit (1) sprach er von einer durchsichtigen und strukturlosen Membran, welche die Ausbreitung der Fibrillen des Sehnerven enthalte (unsre Grenzmembran, von welcher wir gezeigt haben, dass sie an jene Fasern anstösst und mit ihnen zusammenhängt), und bestimmte genau, wie auch Langenbeck (2), die Lage der Blutgefässe der Retina, indem er sie auf deren concave oder innere Seite verlegte.

Untersucht man die Retina auf ihrer äussern oder convexen Fläche, oder von der Seite der Jakob'schen Membran her, so kann man die nämlichen Erscheinun-

---

(1) [Pfaff's Mittheilungen. Hft. 1. 2.]

(2) [Langenbeck. B. de retina observationes anatomico-pathologicae. Diss. inaug. Gotting. 1836. 4.]

gen wieder erhalten, nach welchen Treviranus (1) im Jahr 1836 die Textur der Retina beschrieben hat. Man sieht alsdann die Stäbchen der Jakob'schen Membran, deren natürliche Stellung zwar eine gegen die Fläche der Retina senkrechte gerichtete ist, welche aber durch den Druck der Gläser umgekehrt und in eine horizontale Lage gebracht werden. Indem sie sich in dieser Lage ein wenig zerstreuen, lassen sie an einigen Stellen Zwischenräume zwischen sich, welch' leztere gewissermassen das Ansehen eigener Schichten haben, während die dazwischenliegenden Stäbchen in etwas das Ansehen von Fasern, die jene Schichten durchstreifen würden, darbieten. Ferner zeigen einige Stäbchen sehr deutlich ihr freies Ende und haben dadurch das Ansehen hervorragender Papillen. Hieraus glaubte Treviranus folgern zu dürfen, es seien diese auffallenden Papillen eine eigenthümliche Endigung der Fasern des Sehnerven, welche, demselben Autor zufolge, nach Durchbohrung der Choroidea noch zwei oder drei Gefässschichten durchdringen. Er beschrieb diese Papillen oder die Stäbchen der Jakob'schen Membran mit vieler Ausführlichkeit, so dass ihm die Entdeckung dieser Elemente zugeschrieben wurde. — Ohne Rücksicht zu nehmen auf die ungeeignete Beobachtungsweise, welche Treviranus anwandte, und ohne auch nur entfernt eine auch fast unmögliche Vergleichung anstellen zu wollen zwischen der von ihm beschriebenen Struktur der Retina, und jener, wie wir sie darstellten, müssen wir ihm nichtsdestoweniger das Verdienst znerkennen, ganz

(1) [Treviranus G. R., Beiträge zur Aufklärung der Erscheinungen und Geseze des organ. Lebens. Bd. I. Hft. 1—4. Bremen 1835—37. 8.]

besonders die Aufmerksamkeit der Mikrographen auf die Formelemente der Jakob'schen Membran gerichtet zu haben, welche auch durch ihre Sonderbarkeit ein wenig die mikroskopischen Untersuchungen von dem Studium der übrigen Theile der Retina ableiteten; in Folge dessen erhielten wir dann auch die höchst interessanten Beobachtungen über diesen Gegenstand von Huschke (a), Gottsche, Volkmann, Weber, Henle, Remak, Valentin, Hannover, Bidder, Mandl und Pappenheim.

Im Jahre 1837 gab Michaelis (b) an, die Retina sei aus 4 Schichten zusammengesezt, welche er folgendermassen beschreibt: erste Schichte, zu äusserst liegend (1) von seröser Natur, und punktirt durch Pigmentkörnchen bei den Vögeln (diese Schichte entspricht offenbar der Jakob'schen Membran oder unsrer fünften Schichte). Zweite Schichte, körnig, die stärkste von

---

(a) [Huschke, v. Ammons Zeitschr. IV. 1835. pag. 283. — Volkmann, Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. Leipz. 1836. 8. — Weber, Treviranus Beitrg. III. 1837, p. 99 — Henle, Allgem. Anatomie. Leipz. 1841. 8. pag. 650. 783. 787. — Ders. Schmidts Jahrb. 1838. No. IX. pag. 338. — Ders. Müller's Archiv 1839. pag. 170. Remak, Müllers Archiv 1839. p. 165. — Valentin, Repert. 1837. pag. 249. 1839. p. 67. — Hannover, Müll Arch. 1840. p. 323. — Bidder, Müll. Archiv. 1839. pag. 371. — Mandl Anatomie microscopique. Paris 1838—47. Fol. — Pappenheim spezielle Gewebelehre des Auges. Breslau 1840.

(b) Müller's Archiv. 1837. S. XII.

(1) Die gewöhnliche Bezeichnung der Schichten kann verschieden sein, weil einige Mikrographen sie von innen nach aussen oder von der concaven Seite der Retina nach der convexen hin zählen, wie wir es gethan haben; während andre im Gegentheil von aussen nach innen zählen. Da ich die nämliche Ordnung, in welcher sie diese Schichten beschreiben, beibehalten wollte, so werde ich darauf Bedacht nehmen, ob ihre erste Schichte die innerste oder äusserste ist.

allen übrigen, deren beide Seiten mit Körnchen bedeckt. Da er senkrechte Schnitte durch diese Schichte führte, so erschien sie ihm von senkrecht gestellten Stäbchen gebildet. (Es ist wahrscheinlich, dass diese unsrer vierten Schichte entspricht, als der stärksten von den übrigen und aus Nervenkernen gebildeten; leztere finden sich, wie wir schon angaben, bei einer sehr frischen Retina regelmässig in senkrechten Reihen angelagert, fast wie ebensoviel Haare, in gleicher Richtung mit den Stäbchen der Jakob'schen Membran). Dritte Schichte, gebildet aus äusserst feinen Elementar-Nervenfasern. Vierte Schichte, gebildet aus Kügelchen, welche an die Elementarfasern angehängt sind, und auf diese Weise das Ende der Fasern des Sehnerven bilden; zwischen diese zwei Schichten versezt er die Blutgefässe. — Die vierte und die dritte Schichte von Michaelis scheinen unsrer zweiten und dritten Schichte zu entsprechen, deren eine von Nervenzellen, die andre von Nervenfasern, welche in diesen Zellen endigen, gebildet ist; er scheint also die zwei Schichten von Nervenfasern nicht unterschieden zu haben, welche unsre erste und dritte Schichte bilden, vielmehr lässt er alle in jenen Körperchen sich endigen, welche er irrigerweise noch weiter einwärts von den Blutgefässen verlegt. — Bei dieser Gelegenheit muss ich wieder an das erinnern, was ich bereits über die unmittelbare Berührung der Nervenfasern unsrer ersten Schichte mit der Grenzmembran gesagt habe, welch' leztere an einigen Stellen an dem Glaskörper anhängt. Löst man den Glaskörper ab, so wird nicht selten auch die Grenzmembran und mit dieser die erste Schichte der Nervenfasern weggenommen; dann werden die Bläschen, oder Nervenzellen blosgelegt, welche unsre

zweite Schichte bilden, und sich mit den Nervenfasern der dritten Schichte verbinden. Darin liegt die Erklärung für die Beobachtungen von Michaelis, Bidder, Pappenheim, Hannover und andern tüchtigen Mikrographen, dass sie durchsichtige, körnige etc. Bläschen (oder die Nervenzellen unserer zweiten Schichte) auf der innern Fläche der Retina sahen, und sie beschrieben haben, wie wenn sie die innerste Schichte derselben bildeten. Im nämlichen Jahre beschrieb Valentin die Retina als aus drei Schichten bestehend, auf folgende Weise: die erste innerste Schichte gebildet aus Primitivfasern des Sehnerven, welche in Geflechten angeordnet sind und mit einer Schlinge endigen (diese entspricht genau unsrer ersten Schichte); die zweite Schichte gebildet von Belegungskugeln, ähnlich aber etwas kleiner als die Ganglienkörperchen. Die Belegungskugeln bestehen nach ihm aus einer durchsichtigen Hülle mit einem körnigen Inhalt, und sind mit einem Kern versehen, in dessen Centrum ein Kernkörper (offenbar sind diese Körperchen die Nervenzellen unsrer zweiten Schichte.) Die dritte Schichte sei gebildet aus Kügelchen von etwas eckiger Form mit einem Centralfleck (diese Eigenschaften sind identisch mit denen der Nervenkerne, welche unsere vierte Schichte bilden). — Nach Valentin würde an der, dem Foramen centrale der menschlichen Retina entsprechenden Stelle diese Schichte allein fehlen. Unsere dritte Schichte ist von ihm unbemerkt geblieben, und bezüglich der Jakob'schen Membran glaubte er, dieselbe nicht als Bestandtheil der Retina ansehen zu müssen. In dieser Beziehung hat er jedoch eine gewisse Unschlüssigkeit über die Beschaffenheit dieser Membran an den Tag gelegt, indem er drei Jahre später Zweifel dar-

über äusserte, ob die **Stäbchen** wirklich die Jakob'sche Membran bilden sollten, obwohl er ihre Anlagerung auf der äussern Fläche der Retina erkannt hätte; also betrachtete er sie dann als Bestandtheile derselben.

Hannover beschrieb im Jahr 1840 und 1844 * die Retina der Wirbelthiere, mit Ausnahme der des Menschen. Er unterscheidet an der Retina vorzüglich zwei Theile, nämlich die **eigentliche Retina** und deren **Hirnsubstanz**, indem er mit dem Namen »eigentliche Retina« die gewöhnlich sogenannte Jakob'sche Membran belegt. Die Hirnsubstanz ist auf der innern oder concaven Fläche der **eigentlichen Retina** gelegen und durch die Ausbreitung des Sehnerven und zwei Schichten **Hirnzellen** gebildet. Eine dieser Schichten liegt innerhalb der Fasern und wird von einer einzigen Reihe von Hirnzellen gebildet, während die andre dickere, weil von mehr Reihen gebildet, ausserhalb liegt, d. h. zwischen den Fasern und den Stäbchen oder Cylinderchen der sogenannten Jakob'schen Membran. Die Nervenfasern sind schief gegen die Peripherie der Retina gerichtet, und die Blutgefässe verlaufen zwischen der Membrana hyaloidea und den erwähnten Theilen. — Vergleichen wir aufmerksam diese wichtigsten Resultate der Beobachtungen Hannovers mit den von uns erhaltenen, so begreifen wir leicht, dass Hannover, der die Retina der Fläche nach untersuchte, die zwei Schichten von Nervenfasern (nämlich die erste und dritte) die wir beschrieben haben, verwechseln musste, insofern die von ihm angegebene Schichte vermöge der schiefen Stellung der Fasern gegen

* Müllers Archiv 1843. S. 314. Ueber die Struktur der Nezhaut der Schildkröte und Recherches microscopiques sur le système nerveux; avec 7 planches. Copenhague. 1844.

die Peripherie, mit unserer ersten Schichte verglichen werden kann, und vermöge ihrer Lage zwischen zwei Schichten von Kügelchen unserer dritten Schichte gleicht. Die erste innere von Hannover beschriebene Schichte, die aus einer einzigen Reihe von Hirnzellen gebildet sein soll, entspricht augenscheinlich unsrer zweiten Schichte, welche nur aus einer einzigen Reihe von Nervenzellen besteht. Die andre Kügelchen-Schicht, welche Hannover als dicker wie die vorhergehende beschreibt, entspricht offenbar unsrer vierten Schichte, einmal weil sie bedeutend dicker als die andre und von ihr durch eine Faserschichte getrennt ist, dann aber auch wegen der Lage, welche Hannover ihr bezüglich der Jakob'schen Membran anweist, welch' leztere er, wie wir, als äusserste Schichte der Retina ansieht, sie aber aus Gründen, die ich nicht recht einsehe, eigentliche Retina nennt. Aus all' diesem geht hervor, dass wenn Hannover die zwei Schichten von Nervenfasern unterschieden und die Kügelchen der dickern Schichte besser charakterisirt hätte, unsre Resultate in vielen Beziehungen übereinstimmend gewesen wären.

Henle beschrieb im Jahr 1841 die Retina als aus vier Schichten bestehend, nämlich: erste äusserste Schichte aus den Stäbchen der Jakob'schen Membran gebildet; zweite Schichte, Ausbreitung der Fasern des Sehnerven; dritte Schichte, gebildet aus weisslichen und körnigen Kügelchen, welche auf der innern Fläche der Nervenausbreitung und zwischen den Maschen ihrer Fasern liegen; vierte Schichte, gebildet von eckigten Körnchen, die in der Grösse den Blutkügelchen ähnlich sind und in der Mitte eine dichtere Stelle zeigen. Endlich die Blutgefässe, welche auf der festen Oberhaut der Retina haften. — Bringen wir jene von

unsern fünf Schichten, welche mir den ebengenannten zu entsprechen scheinen, in die gleiche Reihenfolge, so haben wir: unsre fünfte Schichte oder Jakob'sche Membran; erste Schichte, gebildet von den weissen Fasern des Sehnerven; zweite Schichte, gebildet von Nervenzellen; vierte Schichte, gebildet von Nervenkernen. Hieraus erhellt, dass mit Ausnahme der dritten, aus grauen Fasern gebildeten Schichte, welche Henle nicht unterschieden zu haben scheint, derselbe alle andere Schichten genau charakterisirt hat, allein er hat sie, vielleicht in Folge der Präparations-Methode, eigenthümlich versezt. Er hat ferner genau die Lage der Blutgefässe an der innern Seite der Retina bestimmt, welche auf unsrer sogenannten Grenzmembran ausgebreitet sind. Zur Bestätigung unsrer Untersuchungen müssen wir anführen, dass Henle oft auf der ganzen innern Oberfläche der Retina, wenn er sie in den Focus des Mikroskops brachte, äusserst feine und unter sich parallele Linien sah, welche nach ihm einem Nervenneze gleichen. Aber ungeachtet dieser Aehnlichkeit scheint er doch diese Erscheinung als ein Epithelium oder eine feste Oberhaut der Retina erklären zu wollen. Indem wir von dieser Erklärungsweise absehen, verweisen wir auf die Beschreibung unserer ersten Schichte, um die Identität des Ansehens derselben mit dem, wie es Henle beobachtete, darzulegen, können aber nicht unterlassen, daran zu erinnern, dass unsre erste Schichte, welche von äusserst feinen parallelen Fasern gebildet wird, unmittelbar mit der Grenzmembran in Berührung steht. Leztere behält, wenn sie sich durch Endosmose oder irgend eine andre Ursache ablöst, zuweilen die feinsten Eindrücke von jenen Fasern noch bei; deshalb kann man annehmen, dass die auf solche

Weise abgelöste und mit jenen Eindrücken versehene Grenzmembran dieselbe Membran sei, welche Henle als eine feste Oberhaut der Retina betrachtet. Endlich muss ich von dem, was in Henle's Beobachtungen zu Gunsten der unsrigen spricht, noch das erwähnen, dass er an der Innenfläche der Stäbchen der Jakob'schen Membran beim Frosche eine Schichte kleiner Kügelchen gefunden hat, welche mit einer wasserhellen, ganz runden und, wenn nicht isolirt, schwer erkennbaren Zelle umgeben sind. Offenbar entspricht diese Schichte von Kügelchen dem Ergänzungs-Stratum unserer vierten Schichte, welches ich bei der grossen Schwierigkeit es zu constatiren, hier um so freudiger wiederfinde, als es mir durch die Beobachtungen Bidder's noch ferner bestätigt zu werden scheint, welcher eine Schichte von sogenannten Belegungskugeln, nach Valentin, zwischen der Jakob'schen Membran und der übrigen Retina liegen sah.

Pappenheim beschrieb im Jahr 1842 drei Schichten in der Retina, nämlich erste äusserste, gebildet aus der Jakob'schen Membran; zweite gebildet durch die Ausbreitung der Fasern des Sehnerven, welche schlingenförmig am gezackten Rande (ora serrata) endigen; dritte Schichte, gebildet von Valentin's Belegungskugeln. Von diesen drei Schichten entsprechen offenbar die erste und dritte unsrer fünften und zweiten Schichte. Dagegen ist zu bezweifeln, dass Pappenheims zweite Schichte unsrer dritten entspreche, weil er darin Fasern fand, die mit einer Schlinge endigen; es ist vielmehr wahrscheinlich, dass er sich in deren gegenseitiger Lage geirrt hat, und unter dieser Voraussezung würde jene unserer ersten Schichte entsprechen.

Zu gleicher Zeit beschrieb Mandl eigentlich mehr

die Formelemente der Retina, als ihre Textur; er zeigte nämlich, dass sie dieselben Formelemente enthalte, wie die Rindensubstanz des Gehirns, nämlich die zwei amorphen Substanzen, die weisse und die graue, und die grauen Körperchen. Bezüglich dieses Punktes muss ich bemerken, dass die weisse amorphe Substanz keine histologische Bedeutung haben kann, indem sie völlig flüssig ist und nicht als Inhalt irgend einer besondern Höhle auftritt; man kann daher annehmen, es sei die weisse amorphe Substanz nichts Anderes, als das Nervenplasma, das in Folge der Präparation aus dem Gewebe der Retina ausgepresst wird. Soviel ist wahr, dass diese Substanz sich nur findet, wenn man die Retina zerreisst oder presst. Die graue amorphe Substanz erkennt man deutlich in unsrer dritten Schichte wieder, wo sie die Nervenfasern, woraus dieselbe besteht, umgibt und zusammenklebt. Die grauen Körperchen dann sind, nach den von ihm angegebenen Charakteren und Figuren derselben nichts Anderes, als unsre Nervenzellen. Er läugnet das normale Vorhandensein der Nervenkerne, die schon von Ehrenberg beschrieben wurden; wir haben jedoch schon im ersten Theil dieser Schrift gesehen, was man davon zu halten hat. Ueberdies findet er in der Retina Blutgefässe, die feinsten Fasern des Sehnerven, und die Elemente der Jakob'schen Membran. Da er nicht die Absicht gehabt zu haben scheint, besonders die Textur der Retina zu erforschen, so beschränkt er sich darauf, auf deren innerer Fläche die graue amorphe Substanz anzugeben, dann die Körnchen, welche, wie er sagt, sich durch die Coagulation oder durch die Entwicklung bilden, d. s. unsre Nervenkerne, ferner die weisse amorphe

Substanz, und die grauen Körperchen. Alle diese Elemente, welche er vereinigt und unter dem Collektivnamen «Rindensubstanz der Retina» begreift, wären nach ihm auf der innern oder concaven Fläche der Retina angeordnet, wie in der Rindensubstanz des Gehirns. Auf ihre äussere Fläche verlegt er die Formelemente der Jakob'schen Membran, welche (Formelemente) er sehr ausführlich bei verschiedenen Thieren beschrieben hat. Die Fibrillen des Sehnerven endlich und die Blutgefässe legte er alle zusammen zwischen die Jakob'sche Membran und die Rindensubstanz der Retina. Da sich eine dermassen amorphe Textur nicht mit dem von uns beschriebenen Typus in Einklang bringen lässt, so ist es wohl geeigneter, sich auf eine später veröffentlichte Arbeit desselben zu beziehen, wo er zwei Arten von Nervenfasern unterschieden hat, nämlich die weissen, welche auf der innern Seite der Retina liegen und mit einer Schlinge endigen, und die grauen, welche ihm in den Stäbchen der Jakob'schen Membran zu endigen scheinen. Offenbar sind diese Fasern diejenigen, welche unsre erste und dritte Schichte bilden, mit dem Unterschiede jedoch, dass man die Fasern dieser leztern Schichte in den Nervenzellen der zweiten und nicht in den Stäbchen der Jakob'schen Membran ihr Ende nehmen sieht, um so mehr, als zwischen den Fasern der dritten Schichte und den Stäbchen die vierte Schichte ja noch in der Mitte liegt, welche gewöhnlich von allen die dickste ist.

Dies sind nun die wichtigsten Arbeiten, welche in der neuesten Zeit über die feinere Textur der Retina unternommen wurden, und welchen man, wenn dies nicht zu weit führen würde, noch solche von Wagner, Volkmann, Langenbeck, Weber, Mayer, Bidder, Re-

mack, Lersch, Burow und endlich von Nicolucci und von Cervelleri beifügen könnte. Die Analyse der vorhergehenden Arbeiten lässt jedoch erkennen, dass alle Formelemente und alle Schichten, welche ich in der feinern Textur der Retina beschrieben habe, sowie viele ihrer natürlichen Beziehungen sich mehr weniger bei den frühern Autoren deutlich angegeben finden; darin liegt für mich ein Grund zur Hoffnung, dass ich mich bei den schwierigen Untersuchungen, die ich unternahm, nicht getäuscht habe. Zum Beweise hiefür will ich nochmals eine kurze Uebersicht dessen geben, was ich von den Resultaten meinen Beobachtungen nachher im Einklang stehen fand mit den Behauptungen der vorhergehenden Autoren; besser wird sich wohl das, was wir für ganz ausgemacht annehmen dürfen, nicht klar machen lassen.

Um mit den Blutgefässen der Retina zu beginnen, so sind dieselben, nach den Beobachtungen von Gottsche, Langenbeck, Henle, Hannover und mir, auf deren concaver oder innerer Seite gelegen, während sie Henle auch noch auf der festen Oberhaut der Retina angeheftet findet. Es ist dies die durchsichtige und völlig strukturlose Membran, die wir Grenzmembran genannt haben; dieselbe enthält nach Gottsche's und meinen Beobachtungen auf der andern Seite die Fibrillen des Sehnerven, die wir derart an ihr anhängen sahen, dass sie linienförmige, von Henle bereits als Andeutung von Epithelium angegebene Eindrücke zurücklassen. Indem wir nun zur ersten Schichte des von uns beschriebenen Typus kommen, so findet sich deren Lage genau bestimmt von Gottsche und Valentin, die schiefe Richtung ihrer Fasern gegen die Peripherie von Hannover, und ihre schlingenförmige Endigung ebenfalls von Valentin, Bidder, Pappenheim und noch andern. — Die Lage

der zweiten Schichte gegen die erste ist genau bestimmt durch Valentin, und ihre Formelemente sind gut charakterisirt durch Michaelis, Valentin, Hannover, Henle, Bidder, Pappenheim und Mandl. — Die dritte Schichte in Gesammtheit scheint nur von Gottsche gesehen worden zu sein, welcher es, wie wir, schwierig fand, deren graue Fasern nachzuweisen, welche von Mandl im Sehnerven angegeben werden, sowie die nur von leztern angegebene amorphe körnige Materie, welche nach meinen Beobachtungen jene Fasern zusammenklebt, ohne dass sich noch eine andre amorphe körnige Materie in der Dicke der Retina fände. Michaelis und Hannover verdanken wir die Beobachtungen der Nervenfasern der Retina, welche sich in den weiter nach innen gelegenen Körperchen endigen, und wir selbst haben gezeigt, wie diese Körperchen der zweiten Schichte und jene Fasern der dritten angehören. — Von der vierten Schichte war genau deren Lage gegen die Jakob'sche Membran (wie man auch diese Membran angesehen haben mochte) bestimmt durch Gottsche, Michaelis, Hannover und Valentin; die Dicke dieser Schichte, welche bedeutender als die der andern ist (ausgenommen die fünfte Schichte bei Batrachiern nach meinen Untersuchungen) durch Michaelis und Hannover, und endlich die Charaktere der Formelemente, welche sie zusammensezen, durch Ehrenberg, Gottsche, Michaelis, Valentin und Henle. Das Ergänzungs-Stratum dieser vierten Schichte wurde durch Henle's und Bidder's Resultate bestätiget. — Rücksichtlich der fünften Schichte endlich oder der Jakob'schen Membran zweifelt gegenwärtig kein Mikrograph mehr, weder über ihre Lage zum übrigen Theil der Retina und der Chorioidea, noch über die Beschaffenheit und Anordnung ihrer Elemente.

Aus dieser flüchtigen Uebersicht kann man leicht ersehen, dass wohl wenig übrig blieb, was nicht von andern auch beobachtet worden wäre. Wenn ich nun aber aus eben diesem Grunde mit grösserer Zuversicht dem Publikum die Resultate meiner Beobachtungen vorlegen kann, so fürchte ich dennoch nicht, dass man mir wird zur Last legen wollen, nur schon bekannte Sachen vorgeführt zu haben, da man sehen konnte, wie sehr troz all' jener Arbeiten bis jezt die Kenntnisse, welche man über die allgemeine Textur der Retina gehabt hatte, unbestimmt gewesen waren. Und da die Wahrheit immer nur auf der Einen Seite ist, so war es nicht möglich, dass jene höchst ausgezeichneten Mikrographen immer vom Wahren abgeirrt wären, sondern es musste natürlicherweise unter so vielen Arbeiten ein grosser Theil des Wahren schon gesammelt, aber zu gleicher Zeit auch mit nicht immer vermeidlichen Irrthümern untermischt gewesen sein, welche jenes wahre Licht verdunkelten und neue Untersuchungen unerlässlich machten. Diese Untersuchungen nun haben mich zu Resultaten geführt, welche ich nachher mehr weniger deutlich aus den Beobachtungen Anderer hervorgehen sah, es könnte dies jedoch nicht als hinreichende Gewähr gelten, wenn man nicht wüsste, dass ich, jedes Vorurtheiles baar, ihre Belehrungen (insegnamenti) nur dazu benüzte, um die Grenzen eines möglichen Irrthums zu beschränken, während ich mich im Uebrigen unabhängig und frei von jeder vorgefassten Meinung gehalten hatte; ich wollte auch erst zulezt in ihren Schriften, gleichsam als Prüfungsmittel, insbesondere dasjenige aufsuchen, von dem ich hoffen durfte, dass meine Beobachtung darüber eine richtige gewesen sei.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Ein Theil eines Läppchens des menschlichen kleinen Gehirns, bei einer 300fachen diametralen Vergrösserung gesehen.

R. Oberflächliche, ablösbare Schichte, gebildet aus körniger Masse oder aus Nervenkörnchen (granula nervosa.)

N. Schichte von Nervenkernen (Nuclei nervosi). Diese Schichte ist auf eine geringere Höhe reduzirt, um den Umfang der Figur zu verringern.

C. Nervenzellen (Cellulae nervosae.)

G. Ganglienkörperchen (Corpuscula gangliaria.)

P. Eine Verlängerung dieser Körperchen, welche auch nach den neuen Untersuchungen von Hannover als der Ursprung gewisser Nervenfasern betrachtet werden kann.

B. Weisse Masse der Primitiv-Nervenfasern (fibre nerv. elementari.)

Fig. 2. Lappen des menschlichen kleinen Gehirns, bei einer 10fachen diametralen Vergrösserung gesehen.

B. Weisse Masse der Nervenfasern oder Marksubstanz, entsprechend *B* der vorigen Figur.

C. Graue Masse der Rindensubstanz, entsprechend *N*, *C*, *G* der vorigen Figur.

S. Oberflächliche von der übrigen Rindensubstanz ablösbare Schichte, entsprechend *R* von der vorigen Figur.

Fig. 3. Ein Theil der Retina, die so umgerollt ist, dass sie auf dem Rande *L* des Umschlages ihre concave oder innere Oberfläche darbietet. (300fache diametrale Vergrösserung)

A. Concave Oberfläche der Retina oder Oberfläche des obern Randes des Umschlags, auf welche Oberfläche man den Focus des Mikroskops gerichtet hatte. Man sieht auf ihr die Elementar-Nervenfasern der ersten Schichte der Retina und über diesen die Blutgefässe.

L. Freier Rand des Umschlags, begrenzt durch eine Linie, welche über die Nerverfasern hinweggeht. Diese Linie stellt die umgeschlagene Grenzmembran dar.

V. Blutgefässe der Retina, welche über die Grenzmembran verlaufen,

Fig. 4. Dasselbe Stück der Retina, aber mit Wasser behandelt. In diesem Fall hat die Endosmose des Wassers die Grenzmembran *L* abgelöst und sowohl sie, wie auch die Nervenfasern *A* und die Blutgefässe *V*, welche leztere sich angenscheinlich über die Grenzmembran hinwegbegeben, deutlicher hervortreten lassen.

Fig. 5. Stellt ebendasselbe Fragment der umgeschlagenen Retina dar, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei den beiden vorhergehenden Figuren der Focus des Mikroskops auf die Oberfläche des obern Randes traf, bei dieser Figur dagegen wurde derselbe so tief gestellt, dass er mit der betreffenden Oberfläche des untern Randes zusammentraf. Deshalb sieht man vermöge der Durchsichtigkeit diesen Rand durch den obern Rand hindurch.

A. Nervenfasern, Fortsezungen der vorigen.

L. Grenzmembran an der Stelle des Umschlags, noch an den unterliegenden Nervenfasern hängend.

V. Blutgefässe, Fortsezung der vorigen.

Fig. 6. Fragment der wie in den vorhergehenden Figuren umgeschlagenen Retina einer Taube. (300fache diametrale Vergrösserung). Hier ist der Focus des Mikroskops auf die Dicke des umgerollten Randes gestellt, d. h. zwischen den obern und den untern Saum des Umschlags. Nur in dieser Stellung kann der Focus des Mikroskops gleichzeitig die fünf Schichten, von welchen die Retina gebildet wird, und noch die Chorioidea umfassen; abwechselnd also sieht man, wenn man den Focus des Mikroskops höher stellt, die Retina wie in Fig. 3, wenn man ihn tiefer stellt, so wie in Fig. 5, während sie sich bei einem mittlern Niveau eben wie hier in Fig. 6. darstellt.

A. 1ste Schichte, weisse Nervenfasern, welche diagonal gekrenzt erscheinen wegen der schiefen Umbeugung der Retina.

B. 2te Schichte, Nervenzellen. Bei *N* veranlasste sie das

Pressen zum Austritt durch einen Riss der 1sten Schichte und der Grenzmembran.

Fig. *C.* 3te Schichte, graue Nervenfasern.

D. 4te Schichte, Nervenkerne.

E. Ergänzungs-Stratum der 4ten Schichte, gebildet aus Nervenzellen.

F. 5te Schichte, gebildet von Stäbchen der Jakob'schen Membran.

G. Pigmentzellen der Chorioidea, am Grunde der Umrollung der Retina angehäuft. Die einwärts gerichtete Seite dieser Zellen zeigt bei Vögeln, wie hier in der Figur, scheidenförmige Verlängerungen, welche das äusserste Ende der Stäbchen aufnehmen.

P. Pigmentzellen am übrigen Rande auf der Fläche gesehen (vedute in piano).

L. Grenzmembran.

Fig. 7. Die Retina an ihrer Peripherie gesehen, umgeschlagen wie bei der vorigen Figur, aber nach der Richtung der Meridiane der Augenkugel. Dieselben Buchstaben bezeichnen auch die gleichen Theile, wie in der vorhergehenden Figur.

Man beachte das Dünnerwerden (l'assottigliamento) der 1sten Schichte *A* und der 3ten *C*, beide aus Nervenfasern. Die Grenzmembran *L* bildet an der Peripherie eine Falte *1*, welche am Ciliarkreis anhängt; von dort sezt sie sich bei *R* über die Ciliarfortsäze fort.

Alle diese Theile sind mit grösserer Deutlichkeit auf Fig. 12 dargestellt, welche im Schema die Textur der Retina wiedergibt.

Fig. 8. (Bei viel stärkerer Vergrösserung als die vorigen). Elementarnervenfasern in eine Schlinge ausgehend, gefunden in einem nicht peripherischen Theile der Retina eines Sperlings. Die ausserordentliche Schwierigkeit, diese Schlingen wiederzufinden, da sich die Stelle der Retina, wo man sie trifft, nicht genau bestimmen liess, verpflichtet mich zu versichern, dass diese Figur mit der grössten Genauigkeit darstellt, was ich beobachtet habe.

A. Zwei geschlossene Schlingen in natürlicher Lage.

B. Eine Schlinge durch die Präparation geöffnet, und in der Flüssigkeit flottirend.

Fig. 9. Nervenzellen der 2ten Schichte, bei gleicher Vergrösserung gesehen, wie sie bei der vorigen Figur angewandt wurde. Sie haben verschiedenes Ansehen, wie dies in der vorstehenden Abhandlung erklärt wurde, und gehören der Retina des Menschen, des Kaninchens und der Meeräsche (Mugil) an. Die Unterschiede, welche diese Zellen darbieten, hängen nicht sowohl von der Verschiedenheit der Species ab, als vielmehr von den Veränderungen in den betreffenden Leichen, vermöge welcher sie etwas undurchsichtiger geworden und die innern durchsichtigen Theile deutlicher hervorgetreten sind. Ich fand nämlich sowohl beim Kaninchen als bei der Meeräsche Zellen von der Form *e*, in der menschlichen Retina von der Form *i*, und beim Kaninchen noch von der Form *n*. Die Zellen *e*, *i*, *n* sind an einer Nervenfaser der darunterliegenden 3ten Schichte *C* hängen geblieben. —

Fig. 10. Formelemente der Jakob'schen Membran.

A. Einfache Stäbchen der menschlichen Retina: *i* eigentliches Stäbchen, *e* Nervenzelle, angeheftet an das innere Ende dieser Stäbchen, welches mit der Ergänzungsschichte der 4ten Schichte (siehe Fig. 6, 7. E.) in Berührung steht.

B. Gepaarte Stäbchen oder Zwillingszapfen der menschlichen Retina. *n* ein vielleicht in Folge von Leichenzersezung, wie Hannover meint, aufgeblähtes Stäbchen.

C. Zwillingszapfen von der Meeräsche auf gleiche Weise verändert, nachdem dies Thier schon viele Stunden zuvor gestorben war: *n* gepaartes Stäbchen, welches auf der Oberfläche eine äusserst feine Membran zeigt, die von dem innern körnigen Theile abgelöst ist; *m* gepaartes und an seinem äussern, mit der Chorioidea zusammentreffenden Ende vereinigtes Stäbchen.

Fig. 11. Schematische Darstellung der gegenseitigen Lage der weissen (*A*) und grauen (*C*) Nervenfasern im Sehnerven nach Mandl und in der Retina nach meinen Beobachtungen.

Fig. 12. Schematische Darstellung der Textur der Retina gegen die Peripherie hin in der Richtung eines Meridians der Augenkugel. Dieselben Buchstaben zeigen die gleichen

Theile an, wie in Fig. 6. 7. und besonders in dieser leztern, welcher sie entspricht.

Fig. *13.* Senkrechtes Bruchstück der Retina von Sepia officinalis (300fache diametrale Vergrösserung).

A. Senkrechte Nervenfasern dieser Retina.

B. Anhäufung von Zellen an dem innern Ende der Fasern oder auf der concaven Seite der Retina.

C. Anhäufung der Nervenkerne, vermischt mit Pigmentzellen. Längs der Nervenfasern sieht man auch dergleichen Pigmentzellen im Rudimentärzustande.

Fig. *14.* Isolirte Nervenfasern der Retina von Sepia, bei bedeutenderer Vergrösserung als die vorige, gesehen. Sie erscheinen alle gepaart und verbunden durch ein Zwischenhäutchen wie man bei *B* sieht.

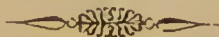
A. Doppelfaser, gebildet aus zwei einfachen Fasern, die in eine geschlossene Schlinge vereinigt sind.

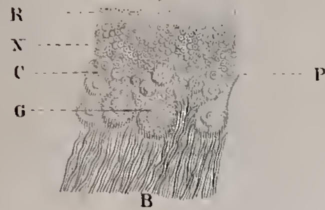
B. Doppelfaser, ähnlich der vorigen, aber umgeschlagen, um zu zeigen, dass sie wie ein Band plattgedrückt ist.

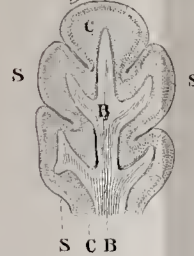
C, *D*, *E*, *F*. Doppelfasern, eine Cirkelschlinge bildend, welche ein Bläschen oder eine Zelle umgibt.

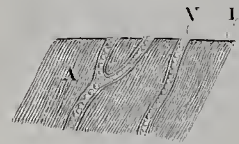
E. Doppelfaser, welche an zwei Punkten zwei Bläschen oder Zellen umgibt.

F. Eine andre Doppelfaser, welche an ihrem untern an die Chorioidea stossenden Ende eine Theilung in zwei einfache Fasern zeigt.

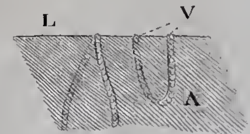


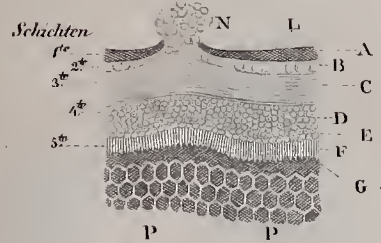


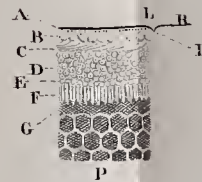




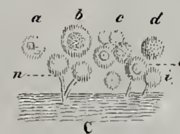


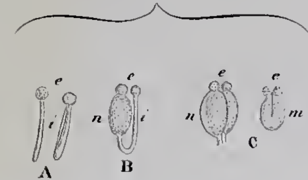


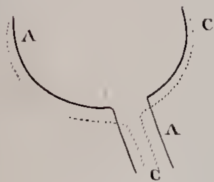


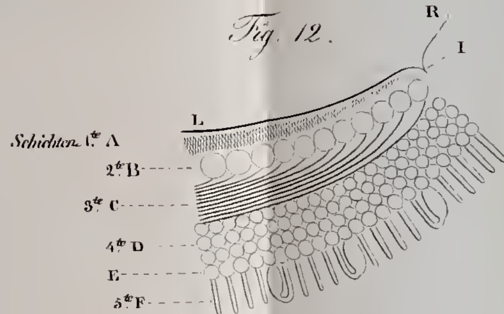


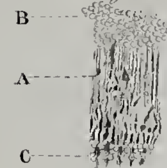


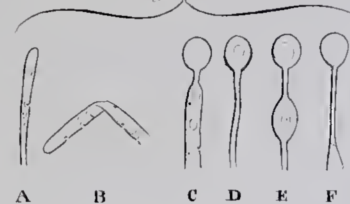












Nach Ph. Grasini Fr. Wagner inc.